

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Учебно-методическое пособие для студентов
инженерно-технических и химико-технологических
специальностей**

Минск 2014

УДК 744.4+004.92(075.8)
ББК 30.11я73
И62

Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета

Составители:

*В. И. Гиль, Г. И. Касперов, Ю. Ф. Капыш,
С. В. Красковский, Ю. Н. Мануков*

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой процессов и аппаратов химических производств УО «Белорусский государственный технологический университет» *А. Э. Левданский*;
кандидат технических наук, доцент кафедры механики материалов и деталей машин УО «Белорусский государственный аграрный университет» *Д. М. Гайдукевич*

Инженерная и машинная графика. Резьбы и резьбовые
И62 **соединения** : учеб.-метод. пособие для студентов инженерно-технических и химико-технологических специальностей / сост. : В. И. Гиль [и др.]. – Минск : БГТУ, 2014. – 58 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для ознакомления студентов инженерно-технических и химико-технологических специальностей с резьбами, а также типами резьбовых соединений. Пособие содержит задания для самостоятельного выполнения студентами и примеры их выполнения.

УДК 744.4+004.92(075.8)
ББК 30.11я73

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

При изготовлении машин, механизмов, приборов и аппаратов их составные части (детали) соединяют между собой тем или иным способом.

Соединения подразделяют на разъемные и неразъемные. Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей. Соединения, не предусматривающие возможность разборки без повреждения частей, называют неразъемными. К разъемным соединениям относят: резьбовые, соединения шпонками, шлицевые соединения и соединения штифтами. К неразъемным соединениям относятся: сварные, паяные, клееные, клепаные и соединения, получаемые сшиванием.

В соответствии с учебной программой студенты вузов инженерно-технического профиля должны изучить материал и выполнить графические работы по резьбовым соединениям как наиболее распространенным разъемным соединениям.

В пособии приведены основные сведения о резьбах, резьбовых деталях и резьбовых соединениях, а также индивидуальные задания для студентов и примеры их выполнения.

Учебно-методическое пособие предназначено для более глубокого усвоения изучаемого материала и эффективной организации самостоятельной работы студентов.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ.

ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЬБ

Резьба образуется при винтовом движении некоторого плоского контура, задающего **профиль резьбы** и расположенного в одной плоскости с осью поверхности вращения.

В зависимости от формы профиля различают **треугольную, трапецеидальную, прямоугольную и круглую** резьбы.

В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или поверхности отверстия резьба подразделяется на **наружную** и **внутреннюю**.

Если плоский контур перемещается по поверхности цилиндра вращения, то резьбу называют **цилиндрической**, а если по поверхности конуса вращения – **конической**.

Наружный диаметр резьбы (d, D) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы (d) или впадин внутренней резьбы (D) (рис. 1).

Внутренний диаметр резьбы (d_1, D_1) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг впадин наружной резьбы (d_1) или вокруг вершин внутренней резьбы (D_1).

Номинальный диаметр резьбы – диаметр, условно характеризующий размер резьбы и используемый при ее обозначении. У большинства резьб номинальный диаметр соответствует наружному диаметру резьбы.

Шаг резьбы (P) – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

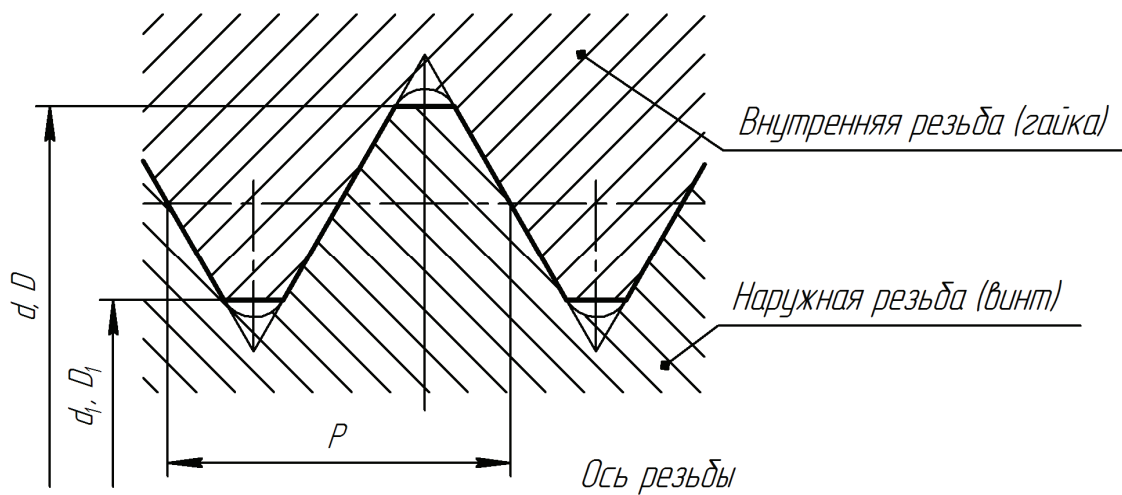


Рис. 1

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют **однозаходной**; движением двух и более одинаковых профилей – **многозаходной**.

Ход резьбы (P_h) – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, равное произведению $n \cdot P$, где n – число заходов резьбы. У однозаходных резьб ход равен шагу.

По направлению винтовой линии различают резьбу **правую** и **левую**. Правая резьба образуется контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя. Левая резьба образуется контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

По эксплуатационному назначению резьбы делятся на **крепежные** и **ходовые**.

Крепежные резьбы предназначены для неподвижного разъемного соединения составных частей изделия, ходовые (кинематические) резьбы применяются для преобразования вращательного движения в поступательное.

Классификация резьб приведена на рис. 2.

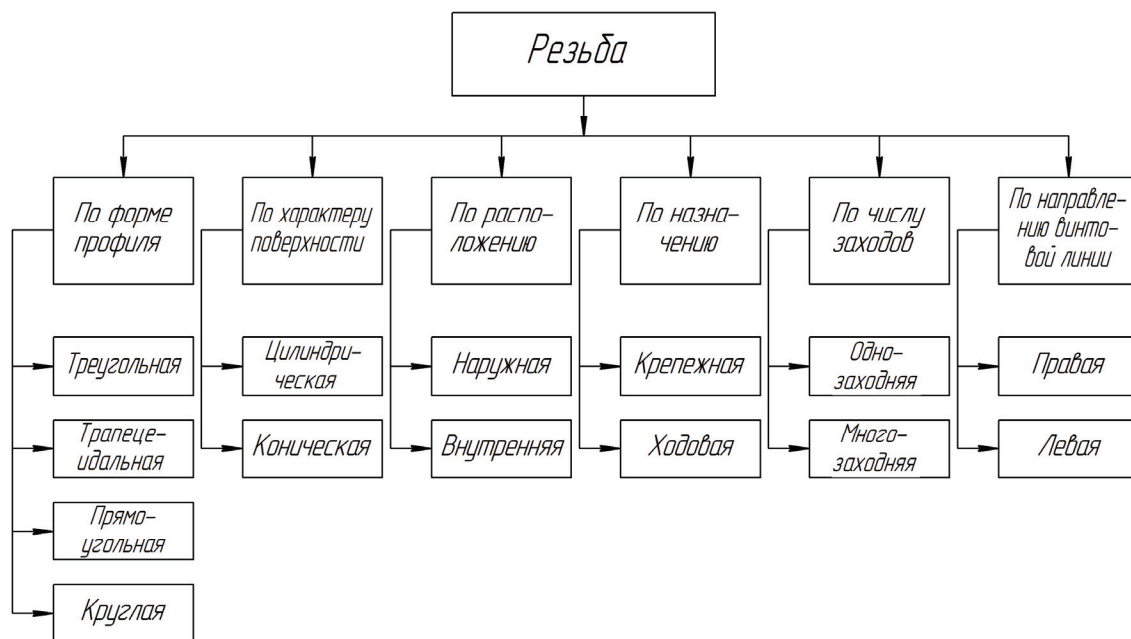


Рис. 2

2. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

В соответствии с ГОСТ 2.311–68 все типы резьб изображаются на чертежах одинаково – условно, независимо от их действительного вида.

Резьбу на стержне (наружную) изображают сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими – по внутреннему. На изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошные тонкие линии должны пересекать границу фаски. На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по наружному диаметру резьбы проводят окружность сплошной толстой основной линией, а по внутреннему – сплошной тонкой линией дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте. Располагают дугу так, чтобы она одним концом пересекала центровую линию, а второй конец не доходил до другой центральной линии, при этом фаска на таком виде не изображается (рис. 3).

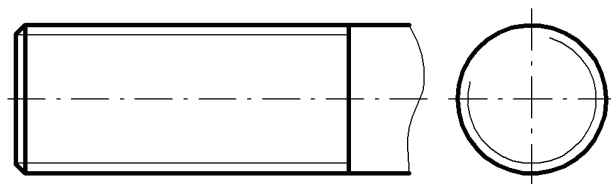


Рис. 3

Резьбу в отверстии (внутреннюю) изображают сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному. На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошные тонкие линии проводятся до линий, изображающих фаску, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 4).

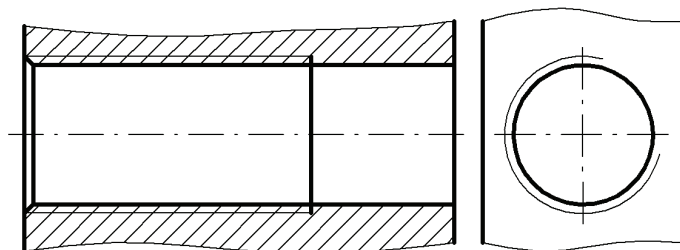


Рис. 4

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от толстой основной линии, но не более величины шага.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (рис. 5).

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной толстой основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рис. 3, 4, 5, 6).

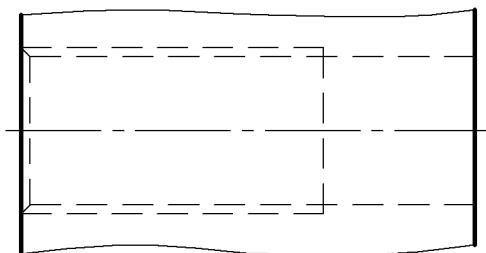


Рис. 5

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т. е. в обоих случаях до сплошной толстой основной линии (рис. 6).

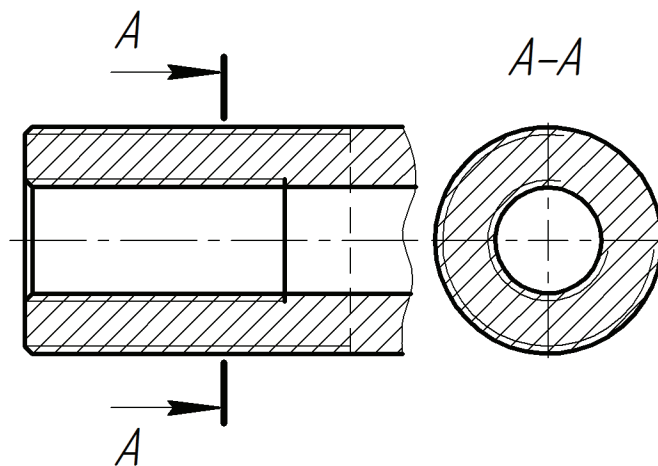


Рис. 6

Коническая наружная резьба изображена на рис. 7, а коническая внутренняя – на рис. 8.

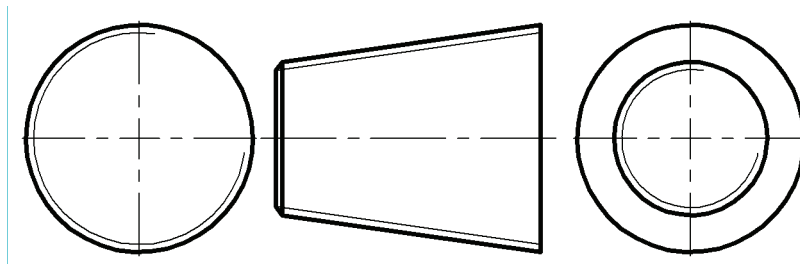


Рис. 7

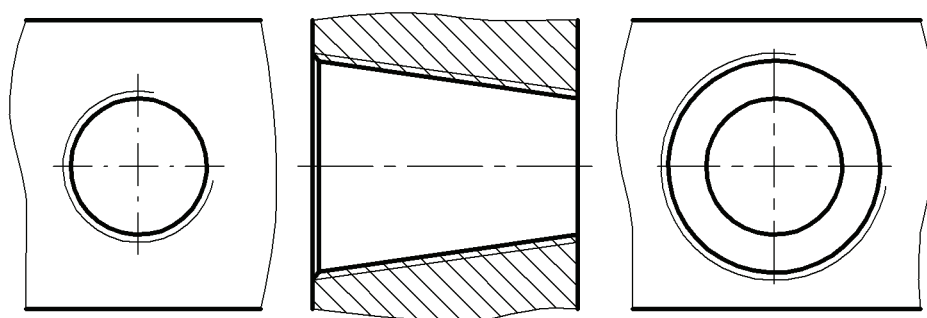


Рис. 8

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (резьба стержня закрывает резьбу отверстия) (рис. 9).

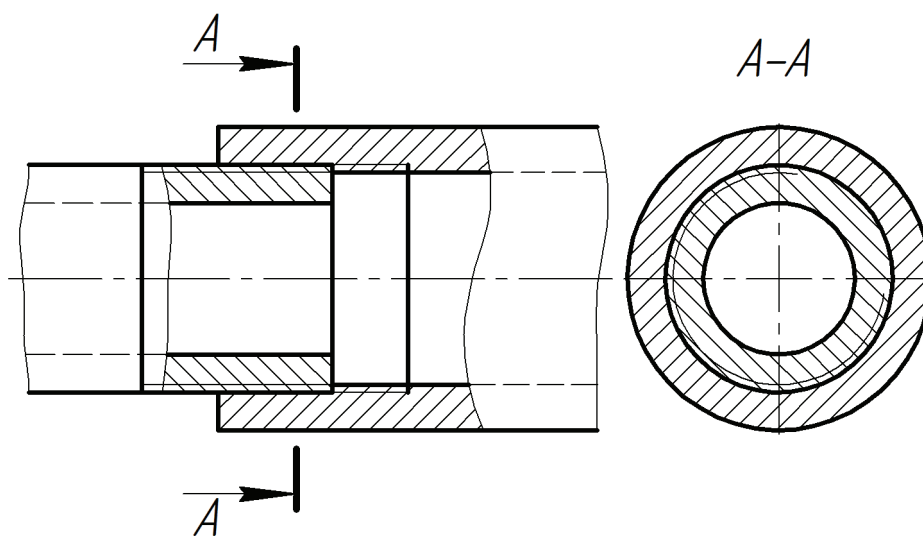


Рис. 9

3. ТИПЫ РЕЗЬБ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

3.1. Крепежные резьбы

Метрическая резьба является основным типом крепежной резьбы. Форму профиля резьбы, которым является равносторонний треугольник с притупленными выступами и впадинами устанавливает ГОСТ 9150–2002 (рис. 10). При этом профиль резьбы на стержне отличается от профиля резьбы в отверстии величиной притупления его вершин и впадин.

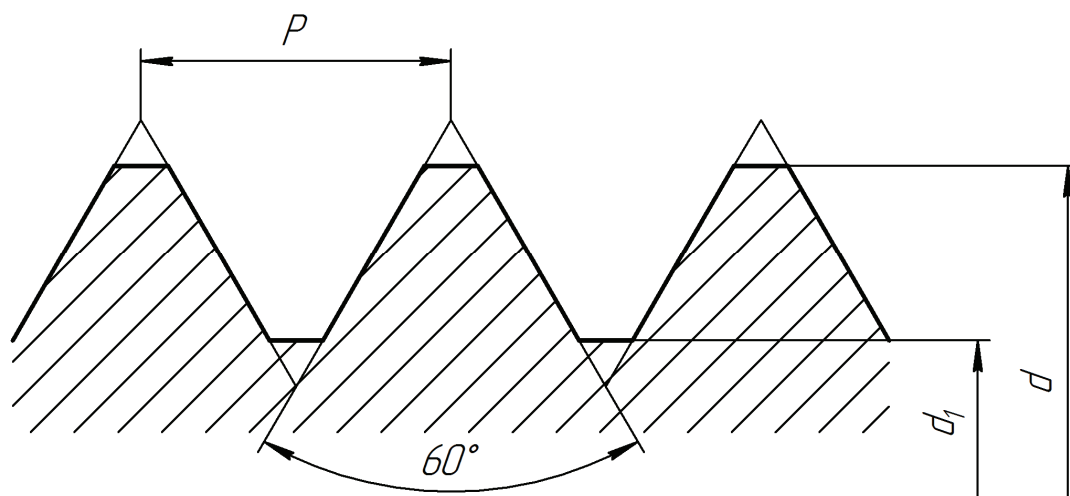


Рис. 10

Основные размеры метрической резьбы устанавливает ГОСТ 24705–2004.

Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом. ГОСТ 8724–2002 устанавливает диаметры и шаги метрических резьб общего назначения с профилем по ГОСТ 9150–2002. В условное обозначение размера резьбы должны входить: буква **M**, номинальный диаметр и шаг резьбы, выраженные в миллиметрах, разделенные знаком «**×**»:

$M8 \times 1,25$.

Крупный шаг в обозначении резьбы может быть опущен:

$M8$.

Условное обозначение левой резьбы должно дополняться буквами **LH**:

$M8 \times 1 LH$.

Многозаходная резьба должна обозначаться буквой ***M***, номинальным диаметром резьбы, знаком «***×***», буквами ***P_h***, значением хода резьбы, буквой ***P*** и значением шага.

Пример условного обозначения двухзаходной резьбы с номинальным диаметром 16 мм и шагом 1,5 мм:

$$M16 \times P_h 3 P 1,5.$$

То же для левой резьбы:

$$M16 \times P_h 3 P 1,5 LH.$$

Для большей ясности в скобках текстом может быть указано число заходов резьбы. Пример:

$$M16 \times P_h 3 P 1,5 \text{ (два захода)}.$$

Резьба трубная цилиндрическая применяется на водогазопроводных трубах, фитингах (муфтах, угольниках, тройниках, крестах и т. д.), трубопроводной арматуре (кранах, вентилях, задвижках и т. д.).

Форму профиля и параметры трубной цилиндрической резьбы устанавливает ГОСТ 6357–81. Профилем резьбы является равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° (рис. 11). Профиль, общий для наружной и внутренней резьб, имеет скругления вершин и впадин, что делает трубную цилиндрическую резьбу более герметичной, чем метрическая.

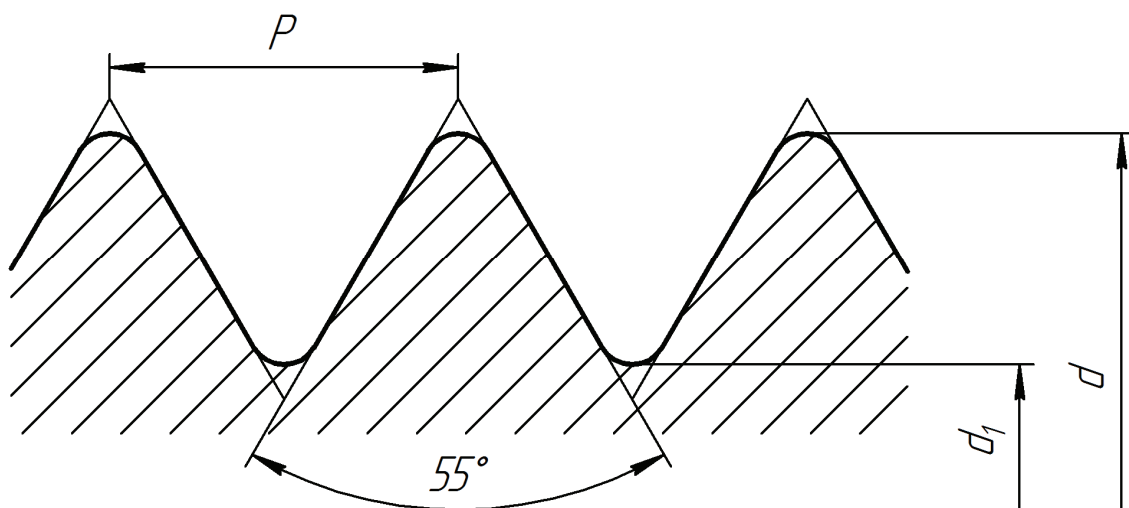


Рис. 11

В условное обозначение резьбы должны входить: буква ***G***, размер резьбы в дюймах, класс точности среднего диаметра резьбы – ***A*** или ***B*** (менее точный). За размер трубной цилиндрической резьбы принима-

ется условный проход трубы (номинальный внутренний диаметр), на которой нарезана резьба, выраженный в дюймах.

Пример условного обозначения трубной цилиндрической резьбы, нарезанной на наружной поверхности трубы, имеющий условный проход 25 мм, т. е. примерно равный одному дюйму; класса точности А:

G1-A.

То же для левой резьбы класса точности В:

G1LH-B.

Резьба трубная коническая применяется в случаях, когда требуется повышенная герметичность соединения труб при больших давлениях жидкости или газа.

Форму профиля и основные размеры трубной конической резьбы устанавливает ГОСТ 6211–81. Профилем резьбы является треугольник с углом 55° при вершине (рис. 12), биссектриса которого перпендикулярна к оси резьбы. При конусности 1:16 образующая конуса наклонена к оси под углом $\varphi = 1^\circ 47' 24''$.

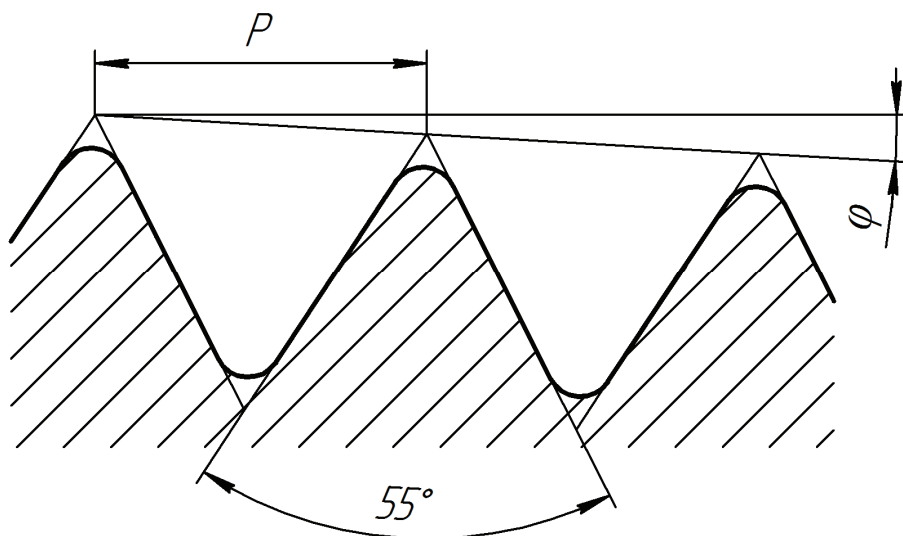


Рис. 12

Так как у трубной конической резьбы диаметр непрерывно изменяется, то ее размер относят к сечению в основной плоскости. Положение основной плоскости совпадает с торцом детали, имеющей внутреннюю резьбу, и соответствует половине длины резьбы детали с натужней резьбой.

В условное обозначение резьбы должны входить: буква **R** (для конической наружной резьбы) или **R_c** (для конической внутренней резьбы)

и обозначение размера резьбы в дюймах аналогично трубной цилиндрической резьбе. Условное обозначение для левой резьбы дополняют буквами **LH**.

Примеры условных обозначений резьбы:

– наружная трубная коническая резьба 1½ дюйма:

$R1\frac{1}{2};$

– внутренняя трубная коническая резьба 1½ дюйма:

$Rc1\frac{1}{2};$

– левая резьба:

$R1\frac{1}{2} LH,$

$Rc1\frac{1}{2} LH.$

Совпадение в основной плоскости размеров трубной конической резьбы с размерами трубной цилиндрической позволяет соединять внутреннюю трубную цилиндрическую с наружной трубной конической.

Резьба коническая дюймовая с углом 60° применяется в соединениях топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков.

Форму профиля и основные размеры конической дюймовой резьбы устанавливает ГОСТ 6111–52. Профилем резьбы является треугольник с углом при вершине 60°, биссектриса которого перпендикулярна оси резьбы. Вершины и впадины резьбы срезаны на $0,033P$ (P – шаг резьбы), что практически устраняет зазоры у вершин и впадин при затяжке резьбы. При конусности 1:16 образующая конуса наклонена к оси под углом $\varphi = 1^\circ 47' 24''$.

Пример условного обозначения конической дюймовой резьбы с условным проходом трубы, примерно равным ¾ дюйма:

$K3/4''$ ГОСТ 6111-52.

Как и у трубной конической резьбы, размеры конической дюймовой резьбы относят к основной плоскости, которая совпадает с торцом детали, имеющей внутреннюю резьбу. Размеры в основной плоскости, а также число витков на 1 дюйм и, следовательно, шаг конической дюймовой резьбы несколько отличаются от соответствующих параметров трубной конической резьбы с тем же номинальным размером.

Резьба метрическая коническая применяется в соединениях трубопроводов с повышенным давлением. Форму профиля и основные размеры метрической конической резьбы устанавливает ГОСТ 25229–82.

Резьба метрическая коническая с углом профиля 60° и конусностью 1:16 имеет в основной плоскости общие размеры с метрической резьбой (ГОСТ 9150–2002) и используется не только для конических резьбовых соединений, но и для соединений наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой.

В условное обозначение резьбы должны входить: буквы **МК**, номинальный диаметр и шаг резьбы, буквы **ЛН** для левой резьбы.

Пример условного обозначения:

МК20x1,5.

То же для левой резьбы:

МК20x1,5 ЛН.

3.2. Ходовые резьбы

Резьба трапецеидальная применяется в механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках (ходовые винты станков, винты прессов).

Форму профиля трапецеидальной резьбы и размеры его элементов устанавливает ГОСТ 9484–81. Профилем резьбы является равнобокая трапеция, угол между ее боковыми сторонами равен 30° . Биссектриса этого угла перпендикулярна оси резьбы (рис. 13).

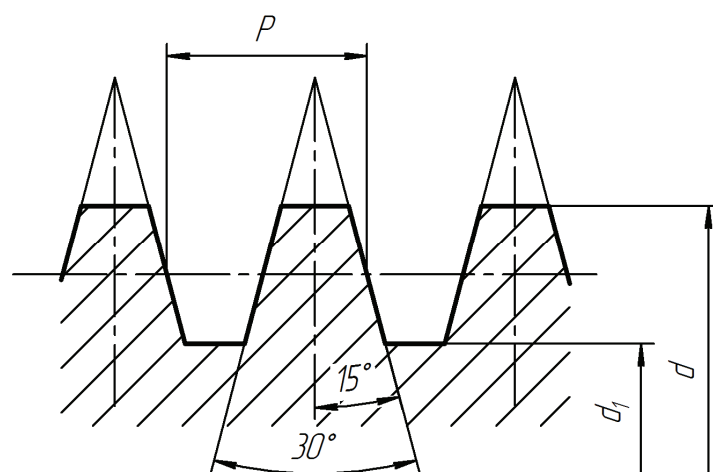


Рис. 13

Основные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24737–81, значения диаметров и шагов – ГОСТ 24738–81. Значения диаметров, шагов, ходов трапецеидальной многозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24739–81.

В условное обозначение трапецидальной резьбы должны входить: буквы **Tr**, номинальный диаметр и шаг резьбы, выраженные в миллиметрах, разделенные знаком «х», буквы **LH** для левой резьбы.

Пример условного обозначения трапецидальной однозаходной резьбы номинальным диаметром 20 мм и шагом 4 мм:

$Tr20 \times 4$.

То же для левой резьбы:

$Tr20 \times 4 LH$.

В условное обозначение трапецидальной многозаходной резьбы должны входить: буквы **Tr**, номинальный диаметр резьбы и числовое значение хода, разделенные знаком «х», в скобках буква **P** и числовое значение шага, выраженные в миллиметрах, буквы **LH** для левой резьбы.

Пример условного обозначения трапецидальной многозаходной резьбы номинальным диаметром 20 мм, значением хода 8 мм и шагом 4 мм:

$Tr20 \times 8(P4)$.

То же для левой резьбы:

$Tr20 \times 8(P4) LH$.

Резьба упорная применяется на резьбовых деталях, подверженных воздействию односторонних усилий, действующих в осевом направлении, например, в домкратах.

Форму профиля и основные размеры резьбы устанавливает ГОСТ 10177–82. Профиль резьбы представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля. Она расположена под углом 3° к прямой, перпендикулярной к оси резьбы. Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30° (рис. 14).

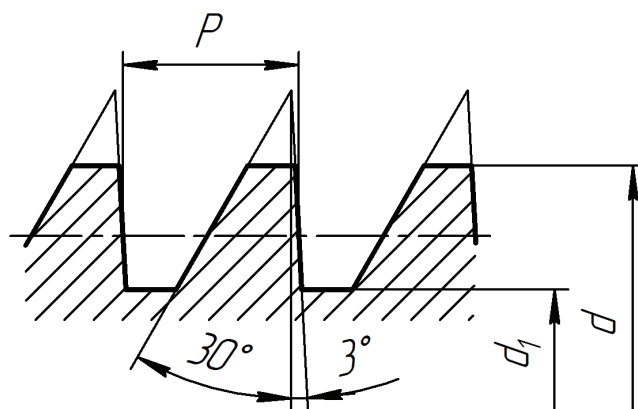


Рис. 14

В условное обозначение упорной резьбы должны входить: буква **S**, номинальный диаметр и шаг резьбы, выраженные в миллиметрах, разделенные знаком «**×**», буквы **LH** для левой резьбы.

Пример условного обозначения упорной резьбы номинальным диаметром 80 мм и шагом 10 мм:

S80×10.

То же для левой резьбы:

S80×10 LH.

В условное обозначение многозаходной резьбы должны входить: буква **S**, номинальный диаметр резьбы и числовое значение хода, разделенные знаком «**×**», в скобках буква **P** и числовое значение шага, выраженные в миллиметрах, буквы **LH** для левой резьбы.

Пример условного обозначения упорной двухзаходной резьбы номинальным диаметром 80 мм, шагом 10 мм и значением хода 20 мм:

S80×20(P10).

То же для левой резьбы:

S80×20(P10) LH.

Резьба прямоугольная с нестандартным профилем не имеет условного обозначения. Все размеры, необходимые для ее изготовления (форма профиля, наружный и внутренний диаметры, шаг), указывают на чертеже. Дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы наносят на полке линии-выноски в виде надписи с добавлением слова «**Резьба**». Для облегчения нанесения размеров рекомендуется выполнять местный разрез или выносной элемент (рис. 15).

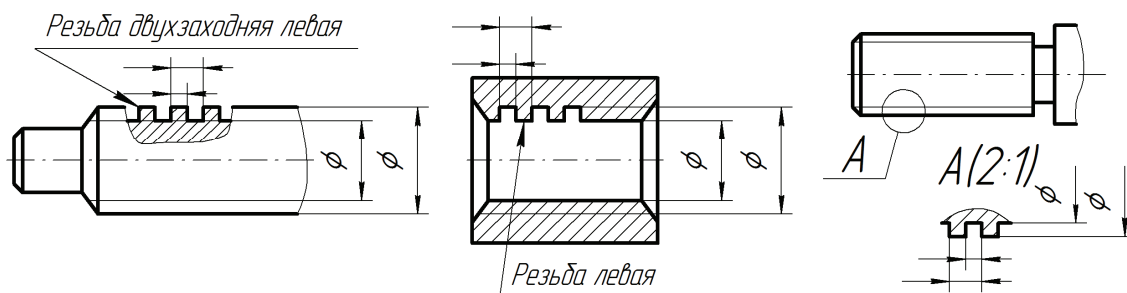


Рис. 15

Специальную резьбу со стандартным профилем, но нестандартным шагом или диаметром, обозначают сокращенно **Cn** и условным обозначением резьбы, например:

CnM32×3.

3.3. Прочие типы стандартных резьб

Кроме вышеупомянутых типов стандартных резьб, нашедших наиболее широкое распространение, существуют также и другие типы стандартных резьб, применяемых в отдельных отраслях промышленности, когда к резьбовым соединениям предъявляются особые требования. Такими типами резьб являются метрическая резьба деталей из пластмасс (ГОСТ 11709–71), резьба для санитарно-технической арматуры (ГОСТ 13536–68), резьба для цоколей электрических ламп и патронов (ГОСТ 6402–83) и др.

4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ РЕЗЬБ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначения для всех резьб на чертежах (кроме конических и трубной цилиндрической) относят к наружному диаметру (рис. 16, 17).

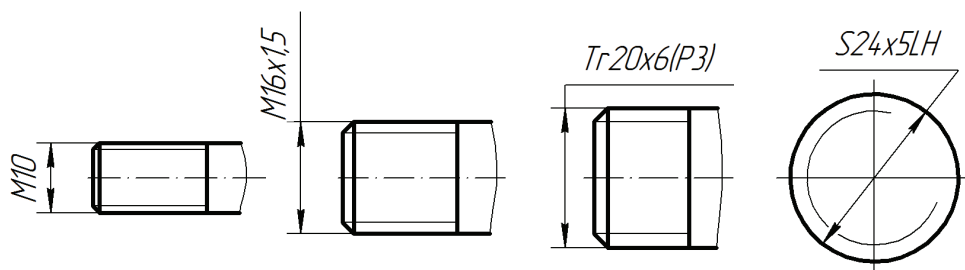


Рис. 16

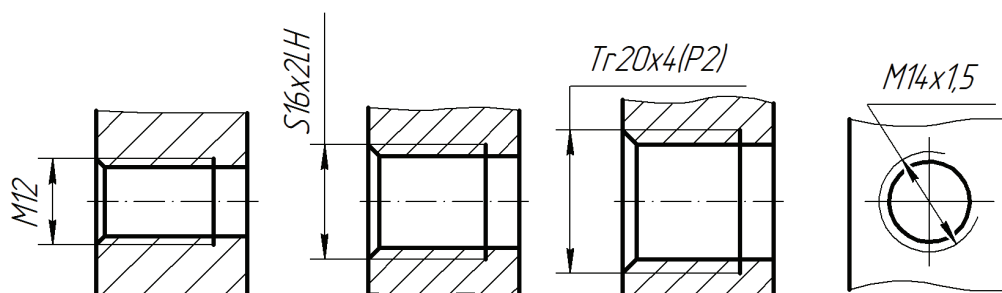


Рис. 17

Обозначения цилиндрической трубной резьбы и конических резьб наносят, как показано на рис. 18.

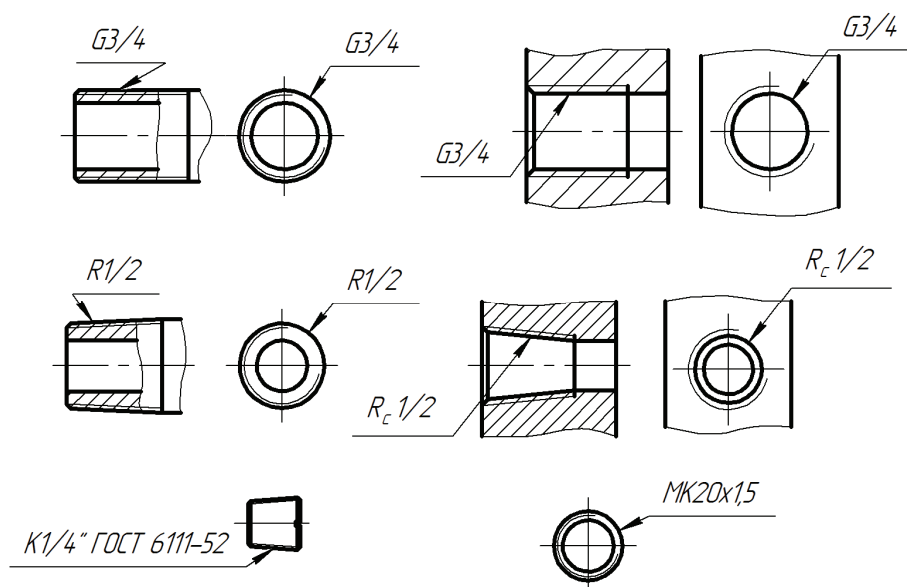


Рис. 18

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБ

Резьба может быть изготовлена следующими способами:

- 1) режущим инструментом (плашками, метчиками, резцами, фрезами, резьбонарезными головками и др.) с удалением слоя материала;
- 2) накаткой – путем выдавливания (пластической деформации) с помощью плоских или круглых накатных плашек;
- 3) литьем, прессованием, штамповкой в зависимости от материала (металл, пластмасса, стекло).

В связи с конструктивными особенностями резьбонарезающего инструмента (метчика, плашки) или при отводе резьбового резца, на нарезаемой поверхности образуется участок с постепенно уменьшающимся по высоте профилем резьбы. Этот участок с неполным профилем называется **сбегом резьбы**. Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей доводить инструмент до упора к ней, то образуется участок, называемый **недоводом резьбы**. Участок, включающий в себя сбеги и недовод, называется **недорезом резьбы**.

В начале резьбы обычно выполняют **фаску**. Фаска – это коническая поверхность, предохраняющая крайние витки от повреждений и служащая направляющей при соединении деталей с резьбой (рис. 19).

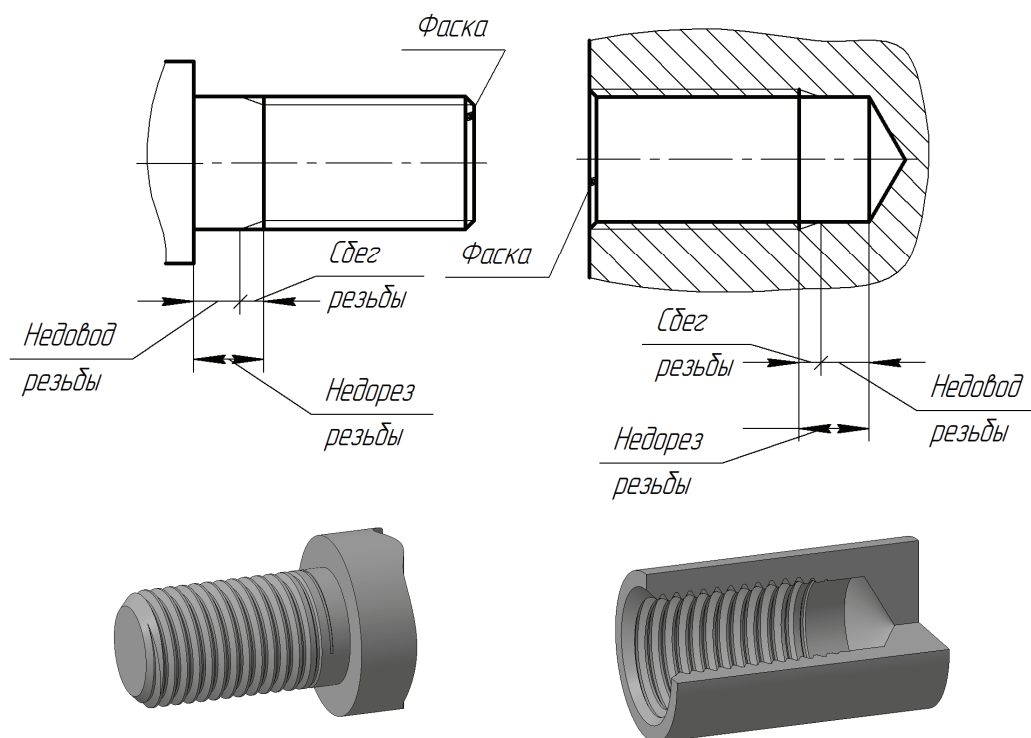


Рис. 19

При необходимости сбеги резьбы на чертеже изображают сплошными тонкими линиями, проводимыми примерно под углом 30° к оси, и наносят длину сбегов или длину резьбы со сбегом.

Если требуется изготовить резьбу полного профиля (без сбегов), то для вывода резьбообразующего инструмента делают проточку, диаметр которой для наружной резьбы должен быть несколько меньше внутреннего диаметра резьбы, а для внутренней резьбы – несколько больше наружного. На детали с резьбой проточку изображают упрощенно и дополняют чертеж выносным элементом в увеличенном масштабе (рис. 20).

Размеры сбегов, недорезов, проточек и фасок зависят от типа резьбы и устанавливаются ГОСТ 10549–80.

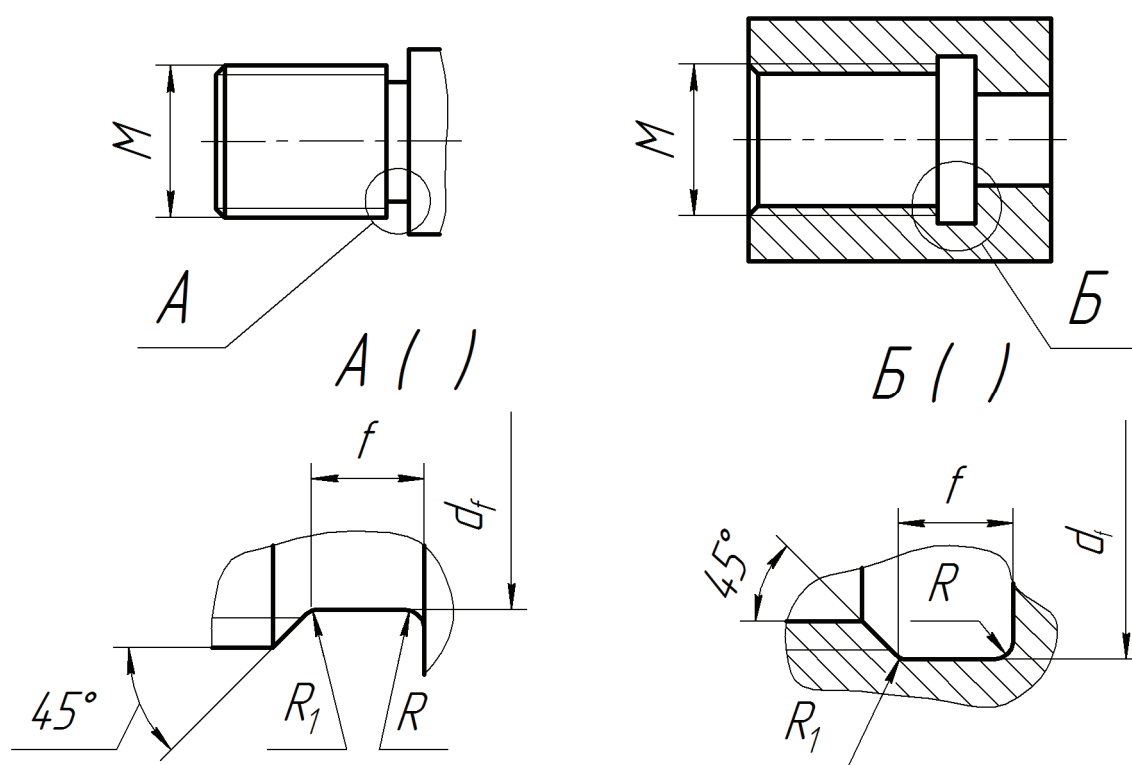


Рис. 20

Размеры сбегов, недорезов, проточек и фасок зависят от типа резьбы и устанавливаются ГОСТ 10549–80.

6. СТАНДАРТНЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Для выполнения разъемных соединений деталей применяются стандартные крепежные изделия: болты, винты, шпильки, гайки, шайбы, шплинты.

Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение, в котором отражаются: форма (исполнение), основные размеры, материал и покрытие. В зависимости от требуемых механических свойств материала, из которого изготовлена крепежная деталь, она характеризуется определенным классом прочности или относится к определенной группе.

Каждый класс прочности и каждая группа предусматривают марки материалов, из которых могут изготавливаться крепежные детали.

Классы прочности болтов, винтов и шпилек обозначаются двумя числами, каждое из которых отражает параметры, характеризующие прочность материала детали. ГОСТ 1759–70 устанавливает 12 классов прочности: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.

Для гаек установлено семь классов прочности: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14.

Для круглых шайб устанавливается группа материала: 01; 02; 03; 04; 05; 06 и др.

Пружинные шайбы изготавливают из стали 65Г и других легированных сталей и бронз определенных марок.

Шплинты в основном изготавливаются из низкоуглеродистой стали, условное обозначение которой в обозначение шплинта не входит.

Для предохранения крепежных деталей от коррозии применяются соответствующие защитные покрытия. ГОСТ 1759–70 устанавливает следующие условные обозначения покрытий: цинковое с хромированием – 01; кадмиевое с хромированием – 02; многослойное (медь – никель – хром) – 04; окисное – 05; фосфатное с промасливанием – 06; оловянное – 07; медное – 08; цинковое – 09; окисное анодизационное с хромированием – 10; пассивное – 11; серебряное – 12. Толщина покрытия в микрометрах указывается за его условным обозначением.

6.1. Болты

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом.

Существует значительное количество различных типов болтов, различающихся друг от друга формой и размерами головки и стержня, а также точностью изготовления (нормальная, повышенная, грубая).

Наибольшее распространение получили болты с шестигранной головкой класса точности А (ГОСТ 7805–70) и класса точности В (ГОСТ 7798–70). На шестигранной головке болта выполняется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая пользование гаечным ключом; фаска выполняется и на резьбовой части стержня. В зависимости от варианта исполнения болты изготавливаются без отверстия в стержне и головке (исполнение 1), с отверстием в стержне под шплинт (исполнение 2), с двумя отверстиями в головке для стопорения проволокой (исполнение 3), с цилиндрическим углублением в головке (исполнение 4). Во всех исполнениях допускается наличие цилиндрического подголовка.

Основные размеры болтов с шестигранной головкой класса точности А (ГОСТ 7805–70) и класса точности В (ГОСТ 7798–70) приведены в табл. 1.

Таблица 1

							
Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм		Размер «под ключ» S , мм	Высота головки k , мм	Диаметр описанной окружности e , мм, не менее	Длина резьбы b , мм при длине болтов l , мм	
	крупный	мелкий				b	l
10	1,5	1,25	17	6,4	18,9	26	...60–100...
12	1,75	1,25	19	7,5	20,9	30	...60–100...
(14)	2	1,5	22	8,8	24,5	34	...60–100...
16	2	1,5	24	10	26,8	38	...60–100...
(18)	2,5	1,5	27	12	30,1	42	...60–100...
20	2,5	1,5	30	12,5	33,5	46	...60–100...
(22)	2,5	1,5	32	14	35,7	50	...60–100...
Примечания: 1. Ряд длин болтов l : ... 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; ... 2. Размеры болтов d и l , приведенные в скобках, применять не рекомендуется.							

Пример условного обозначения болта, выполненного по ГОСТ 7805–70, исполнения 1 (не указывают), с диаметром резьбы 12 мм, крупным шагом (не указывают), полем допуска 6g, длиной 60 мм, класса прочности 5.8, покрытием 01, толщиной 9 мкм:

Болт М12 – 6g×60.58.019 ГОСТ 7805-70.

Пример условного обозначения болта по ГОСТу 7708–70, исполнения 2, с мелким шагом резьбы 1,25, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

Болт 2М12×1,25 – 6g×60.58 ГОСТ 7798-70.

6.2. Винты

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом конце (резьба может быть выполнена на всю длину стержня).

По назначению винты делятся на крепежные и установочные. Крепежные винты применяются для разъемного соединения деталей, а установочные – для взаимного фиксирования деталей.

В зависимости от формы головки они могут завинчиваться ключами или отвертками. Некоторые типы установочных винтов не имеют головки (резьба выполнена по всей длине стержня).

Наибольшее распространение получили винты с цилиндрической головкой (ГОСТ 1491–80), с полукруглой сферической головкой (ГОСТ 17473–80) и с потайной головкой (ГОСТ 17475–80).

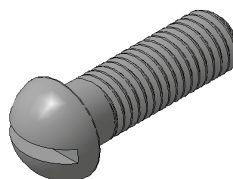
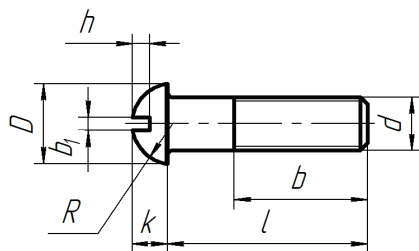
Потайная головка располагается в специальном коническом углублении (зенковке), выполняемом в закрепляемой детали, благодаря чему она не выступает над поверхностью этой детали. Только у винтов с потайной головкой она включается в длину винта.

Размеры винтов с цилиндрической головкой, с полукруглой головкой и с потайной головкой классов точности А и В приведены в табл. 2.

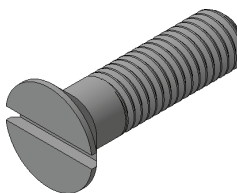
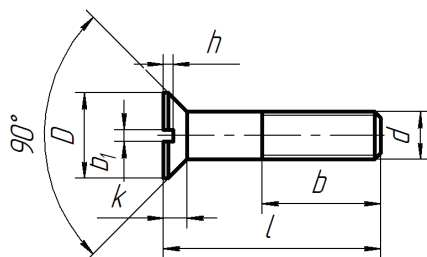
Таблица 2



Винты с полукруглой головкой классов точности А и В (ГОСТ 17473–80)



Винты с потайной головкой классов точности А и В (ГОСТ 17475–80). Исполнение 1



Номи- наль- ный диа- метр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм		Диа- метр голов- ки D , мм	Высота голов- ки k , мм	Радиус сферы голов- ки R , мм	Шири- на шлица b_l , мм	Глуби- на шлица h , мм	Длина резьбы b , мм при длине винтов l , мм	
	круп- ный	мел- кий						* b	l

Винты с цилиндрической головкой (ГОСТ 1491–80)

8	1,25	1	13	5	—	2	2,5	22	...32–50...
10	1,5	1,25	16	6	—	2,5	3,0	26	...38–50...
12	1,75	1,25	18	7	—	3	3,5	30	...42–50...

Винты с полукруглой головкой (ГОСТ 17473–80)

8	1,25	1	13	5,6	6,6	2	3,5	22	...32–50...
10	1,5	1,25	16	7	8,1	2,5	4	26	...38–50...
12	1,75	1,25	18	8	9,1	3	4,2	30	...42–50...

Винты с потайной головкой (ГОСТ 17475–80)

8	1,25	1	14,5	4	—	2	2	22	...32–50...
10	1,5	1,25	18	5	—	2,3	2,5	26	...38–50...
12	1,75	1,25	21,5	6	—	3	2,7	30	...42–50...

Примечания:

1. Ряд длин L винтов: ... 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50...
2. Длины винтов, приведенные в скобках, применять не рекомендуется.
3. *Длина резьбы b по всей длине стержня при длине винтов L , менее указанной в таблице.

Пример условного обозначения винта с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491–80, класса точности А, диаметром резьбы 8 мм, с крупным шагом резьбы (не указывают), с полем допуска резьбы 6g, длиной 50 мм, класса прочности 5.8, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Винт А. М8-6g×50.58.019 ГОСТ 1491-80.

То же класса точности В, с мелким шагом резьбы 1 мм, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт В. М8×1-6g×50.58.019 ГОСТ 1491-80.

6.3. Шпильки

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, оба конца которого имеют резьбу. Шпильки применяют в тех случаях, когда конструкция детали не позволяет применить болт или если одна из деталей имеет значительную толщину и применять длинный болт неэкономично.

Ввинчиваемый в резьбовое отверстие конец шпильки (посадочный) имеет длину l_1 , включая сбег резьбы. На второй конец с резьбой навинчивается гайка, длина l_0 гаечного конца не включает сбег резьбы. За длину шпильки l принимается длина стержня без ввинчиваемого конца (рис. 21).

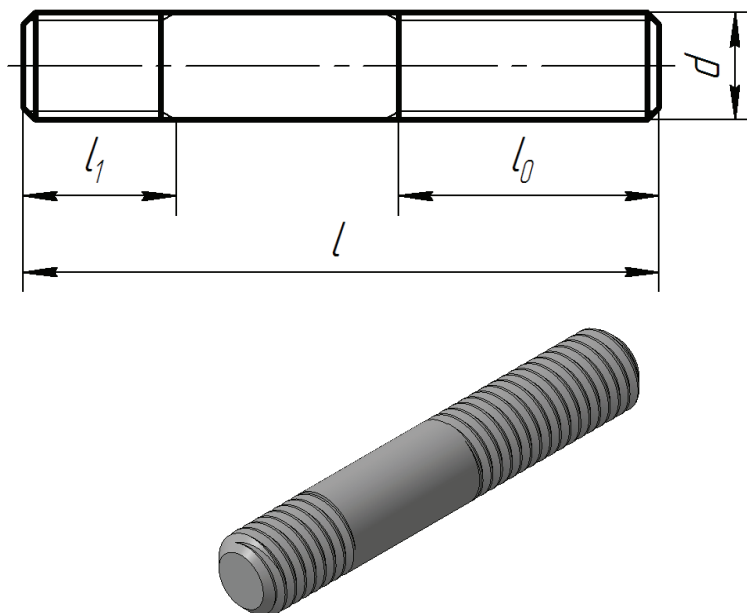


Рис. 21

Длина ввинчиваемого резьбового конца l_1 определяется материалом детали, в которую он должен ввинчиваться, и может быть равна:

$l_1 = d$ – для деталей из стали, латуни, бронзы и титановых сплавов (ГОСТ 22032–76);

$l_1 = 1,25d$ – для деталей из ковкого чугуна (ГОСТ 22034–76);

$l_1 = 1,6d$ – для деталей из серого чугуна (ГОСТ 22036–76);

$l_1 = 2d$ – для деталей из легких сплавов (ГОСТ 22038–76);

$l_1 = 2,5d$ – для деталей из полимерных материалов (ГОСТ 22040–76).

Размеры шпилек класса точности В приведены в табл. 3.

Таблица 3

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм		Длина ввинчиваемого резьбового конца L_1 , мм					Длина резьбы гаечного конца L_0 , мм при длине шпильки L , мм	
	крупный	мелкий	d	$1,25d$	$1,6d$	$2d$	$2,5d$	L_0^*	L_0
10	1,5	1,25	10	12	16	20	25	26	...35–70...
12	1,75	1,25	12	15	20	24	30	30	...38–70...
(14)	2	1,5	14	18	22	28	35	34	...45–70...
16	2	1,5	16	20	25	32	40	38	...48–70...
(18)	2,5	1,5	18	22	28	36	45	42	...55–70...
20	2,5	1,5	20	25	32	40	50	46	...60–70...

Примечания:

1. Ряд длин шпилек L : ...30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70...
2. Размеры болтов d и L , приведенные в скобках, применять не рекомендуется.
3. *Длина резьбы гаечного конца $l_0 = l - 0,5 d - 2P$ при длине шпилек l менее указанной в таблице.

Пример условного обозначения шпильки по ГОСТу 22036–76, диаметром резьбы 16 мм с крупным шагом резьбы (не указывается), с полем допуска 6g, длиной ввинчиваемого конца $l_1 = 1,6d$, длиной шпильки 60 мм, класса прочности 5.8, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.

Шпилька M16 – 6g×60.58.019 ГОСТ 22036-76.

То же с мелким шагом 1,5 мм, с полем допуска 6g, длиной ввинчиваемого конца $L_1 = d$, класса прочности 6.6, с покрытием 02 толщиной 6 мкм:

Шпилька M16×1,5 – 6g×60.66.026 ГОСТ 22036-76.

6.4. Гайки

Гайка – это резьбовое изделие, имеющее отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку.

При навинчивании гайки на конец резьбового стержня детали прижимаются друг к другу, обеспечивая соединение за счет сил трения в резьбе.

Гайки в зависимости от формы, характера исполнения и условий эксплуатации бывают: шестигранные, шестигранные прорезные и корончатые, круглые, колпачковые, гайки – барашки и др.

Наиболее широко применяют шестигранные гайки, выпускаемые в одном, двух и трех исполнениях повышенной, нормальной и грубой точности (классов А, В и С соответственно).

По высоте шестигранные стандартные гайки разделяются на низкие, нормальной высоты, высокие и особо высокие.

Размеры шестигранных гаек класса точности А (ГОСТ 5927–70), класса точности В (ГОСТ 5915–70) и шестигранных прорезных класса точности В (ГОСТ 5918–70) приведены в табл. 4.

Примеры условных обозначений:

Гайка шестигранная по ГОСТу 5927–70, класса точности А с диаметром резьбы 16 мм, с крупным шагом резьбы (не указывают), с полем допуска 6Н, класса прочности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка *M16 – 6H.5.019* ГОСТ 5927-70.

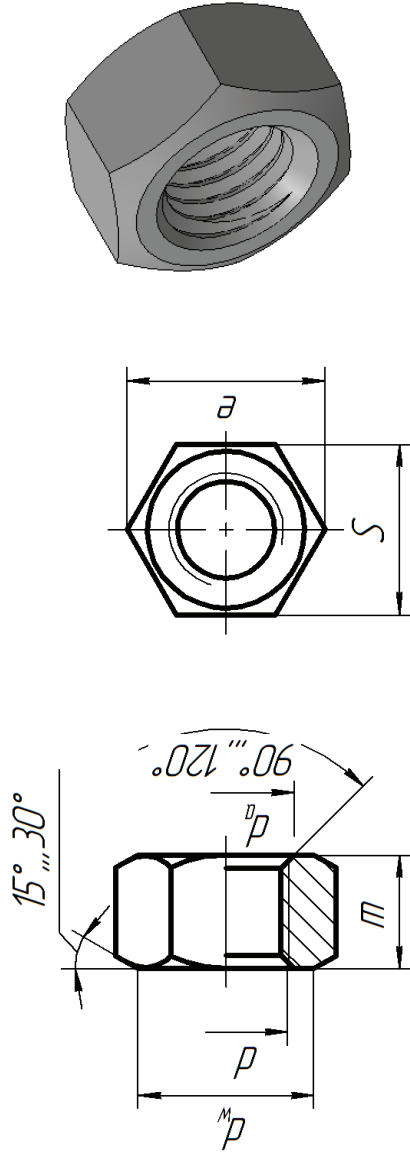
Гайка шестигранная, класса точности С исполнения 1 (не указывают), с диаметром резьбы 16, с крупным шагом резьбы (не указывают) с полем допуска 6Н, класса прочности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка *M16 – 6H.5.019* ГОСТ 5915-70.

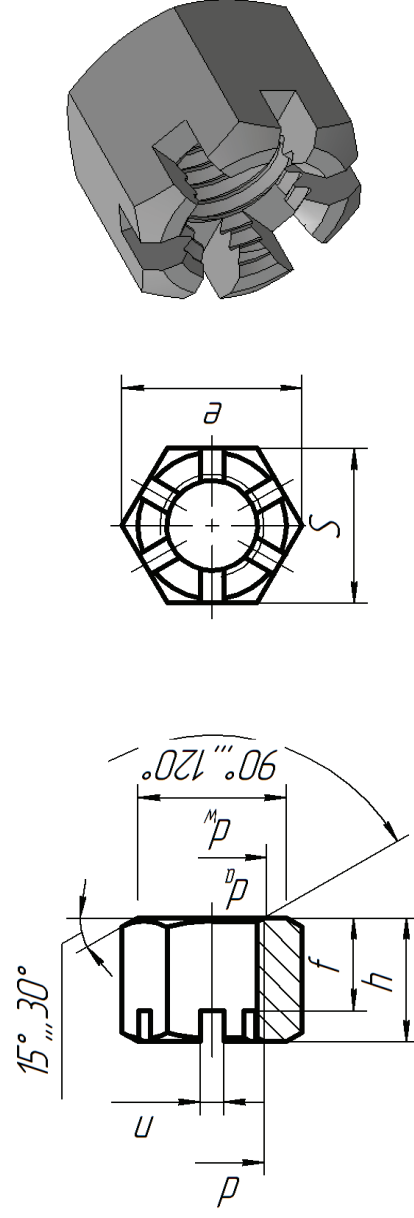
Гайка шестигранная прорезная по ГОСТу 5918–70, класса точности В исполнения 1 (не указывают) с диаметром резьбы 16 мм, с крупным шагом резьбы (не указывают) с полем допуска 6Н, класса прочности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Гайка *M16 – 6H.5.019* ГОСТ 5918-73.

Гайки шестигранные класса точности А (ГОСТ 5927–70) и класса точности В (ГОСТ 5915–70). Исполнение 1



Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности В (ГОСТ 5918–73)



Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм		Размер «под ключ» S , мм	Диаметр описанной окружности e , мм, не менее	Диаметр фаски d_f , мм		d_w , мм, не менее	Высота m , мм	Высота h , мм	Число прорезей	Ширина прорези n , мм	Расстояние до основания прорези f , мм
	крупный	мелкий			не менее	не более						
Гайки шестигранные класса точности А												
12	1,75	1,25	19	21,1	12	13,0	17,4	10,8	—	—	—	—
(14)	2	1,5	22	24,5	14	15,1	20,6	12,8	—	—	—	—
16	2	1,5	24	26,8	16	17,3	22,5	14,8	—	—	—	—
(18)	2,5	1,5	27	30,1	18	19,4	25,3	16,4	—	—	—	—
20	2,5	1,5	30	33,5	20	21,6	28,2	18,0	—	—	—	—
Гайки шестигранные класса точности В. Исполнение 1												
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2	10,8	—	—	—	—
(14)	2	1,5	22	23,9	14	15,1	20,1	12,8	—	—	—	—
16	2	1,5	24	26,2	16	17,3	22,0	14,8	—	—	—	—
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	16,4	—	—	—	—
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	18,0	—	—	—	—
Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности В. Исполнение 1												
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2	—	15,8	6		10,8
(14)	2	1,5	22	23,9	14	15,1	20,1	—	17,8			12,8
16	2	1,5	24	26,2	16	17,3	22,5	—	20,8	4,5		14,8
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	25,3	—	22,4			16,4
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	—	24,0			18

Примечание:
Размеры, приведенные в скобках, применять не рекомендуется.

6.5. Шайбы

Шайба – это деталь, устанавливаемая под гайкой, головкой болта или винта для предохранения поверхности соединяемой детали от повреждения при затяжке резьбы, а также для увеличения опорной площади гайки, головки болта или винта и для предотвращения самоотвинчивания крепежных деталей при вибрационной и динамической нагрузке.

Шайбы по исполнению разделяют на круглые, косые, пружинные, стопорные и др.

Наибольшее распространение получили шайбы цилиндрической формы классов точности А и С в двух исполнениях (ГОСТ 11371–78): без наружных фасок (исполнение 1) и с одной наружной фаской (исполнение 2). Исполнение 2 применяется только для шайб класса точности А.

Пружинная шайба изготавливается из упругой закаленной стали марок 65Г, 70, 3Х13, а также из бронзы марки БрКМц3-1. Пружинная шайба представляет собой винтовой виток левого направления квадратного или прямоугольного профиля. Пружинная шайба имеет поперечный разрез под углом 70–85° к плоскости опоры. При сжатии острые края гайки врезаются в торец гайки и поверхность детали, препятствуя самоотвинчиванию гайки.

Пружинные шайбы могут быть двух исполнений: без торцевого выступа (исполнение 1) и с выступом (исполнения 2).

Пружинные шайбы могут быть различных типов обозначаемые буквами: Л – легкие, Н – нормальные (не указывают), Т – тяжелые, ОТ – особо тяжелые.

Размеры шайб (ГОСТ 11371–78) и шайб пружинных (ГОСТ 6402–70) приведены в табл. 5.

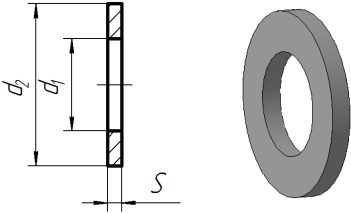
Пример условного обозначения шайбы по ГОСТ 11371–78 исполнения 1 (не указывают) класса точности С (не указывают) для крепежной детали с диаметром резьбы 16 мм, группы материала 03, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Шайба 16.03.019 ГОСТ 11371-78.

Пример условного обозначения шайбы пружинной по ГОСТу 6402–70 исполнения 1 (не указывают) для крепежной детали диаметром 16 мм, нормальной (не указывают) из стали 65Г, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Шайба 16.65Г.019 ГОСТ 6402-70.

Таблица 5

Шайбы класса точности С (ГОСТ 11371–78). Исполнение 1				Шайбы пружинные нормальные (ГОСТ 6402–70). Исполнение 1		
						
Диаметр резьбы крепежной детали, мм	d_1 , мм	d_2 , мм	S , мм	d , мм	b , мм	S , мм
10	11	20	2,0	10,2	2,5	2,0
12	13,5	24	2,5	12,2	3,5	2,5
14	15,5	28		14,2	4,0	3,0
16	17,5	30	3	16,3	4,5	3,2
18	20	34		18,3	5,0	3,5
20	22	37		20,5	5,5	4

6.6. Шплинты

Шплинт представляет собой отрезок проволоки полукруглого сечения, сложенный вдвое и имеющий кольцевую головку в виде петли и два конца разной длины. Шплинты применяют для предупреждения самоотвинчивания прорезных и корончатых гаек при вибрации изделия, а также для осевого фиксирования деталей.

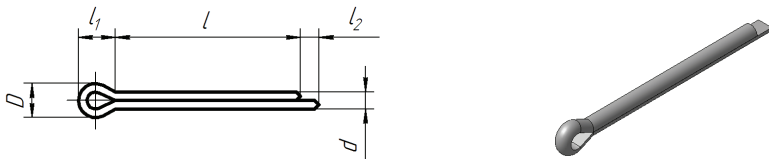
При навинчивании прорезных и корончатых гаек на стержень болта или шпильки прорези гайки совмещают с отверстием в резьбовом стержне. В отверстие стержня вставляется шплинт, размещающийся и в прорезях гайки.

Длина шплинта выбирается так, чтобы его концы выступали за гайку и их можно было развести (отогнуть в разные стороны) до прилегания к гайке. Размеры, параметры и обозначения шплинтов устанавливает ГОСТ 397–79.

Под диаметром шплинта понимается его условный диаметр d_o , который равен диаметру отверстия в стержне, предназначенного для данного шплинта. Действительный размер диаметра шплинта несколько меньше его условного диаметра.

За длину шплинта принимается длина короткого конца (без головки). Размеры шплинтов по ГОСТ 397–79 приведены в табл. 6.

Таблица 6

							
Номинальный диаметр резьбы, мм	Условный диаметр шпильки d_o , мм	d , мм		D , мм		l_2 , мм	l_1 , мм
		наибольший	наименьший	наибольший	наименьший		
12	3,2	2,9	2,7	5,8	5,1	7,5	4,0
14							
16	4,0	3,7	3,5	7,4	6,5	9,0	4,0
18							
20							

Примечание:
Длина шпилентов l выбирается из следующего ряда: ... 20; 22; 25; 32; 36; 40; 45; 50; ...

Расстояние l_1 от опорной поверхности головки болта до оси отверстия в стержне зависит от диаметра резьбы d и длины болта l , выбирается из табл. 7.

Таблица 7

					
Длина болта l , мм	Расстояние l_1 от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне при номинальном диаметре резьбы d , мм				
	12	14	10	18	20
30	25		24		
32	27		26		
35	30		29		
38	33		32		
40	35		34		
45	40		39		
50	45		44		

Расстояние от ввинчиваемого конца шпильки до оси отверстия под шпильку в зависимости от диаметра резьбы d и длины шпильки l принимается таким же, как длина l_1 у болта.

Пример условного обозначения шпильки по ГОСТ 397–79 с условным диаметром 4 мм, длиной 32 мм, из низкоуглеродистой стали (не указывается), с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Шпилька 4×32.019 ГОСТ 397-79.

7. СОЕДИНЕНИЕ СТАНДАРТНЫМИ РЕЗЬБОВЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ

В современном машиностроении широко распространены соединения стандартными резьбовыми изделиями, предназначенные для разъемных неподвижных соединений деталей. К ним относятся: соединения болтом, шпилькой и винтом.

7.1. Соединение болтом

При соединении болтом в скрепляемых деталях выполняют сквозное отверстие, диаметр которого несколько больше диаметра болта. При выполнении чертежей диаметр этого отверстия d_1 принимают $d_1 = 1,1d$, где d – номинальный диаметр резьбы болта. В сквозное отверстие вставляется болт, на выступающую часть резьбового стержня болта надевается шайба и навинчивается гайка, сжимая соединяемые детали.

При выполнении соединения болтом в разрезе болт, шайбу и гайку изображают условно нерассеченными, причем на главном изображении принято изображать три грани гайки и головки болта. Соединение болтом, выполненное по действительным размерам стандартных крепежных деталей, представлено на рис. 22.

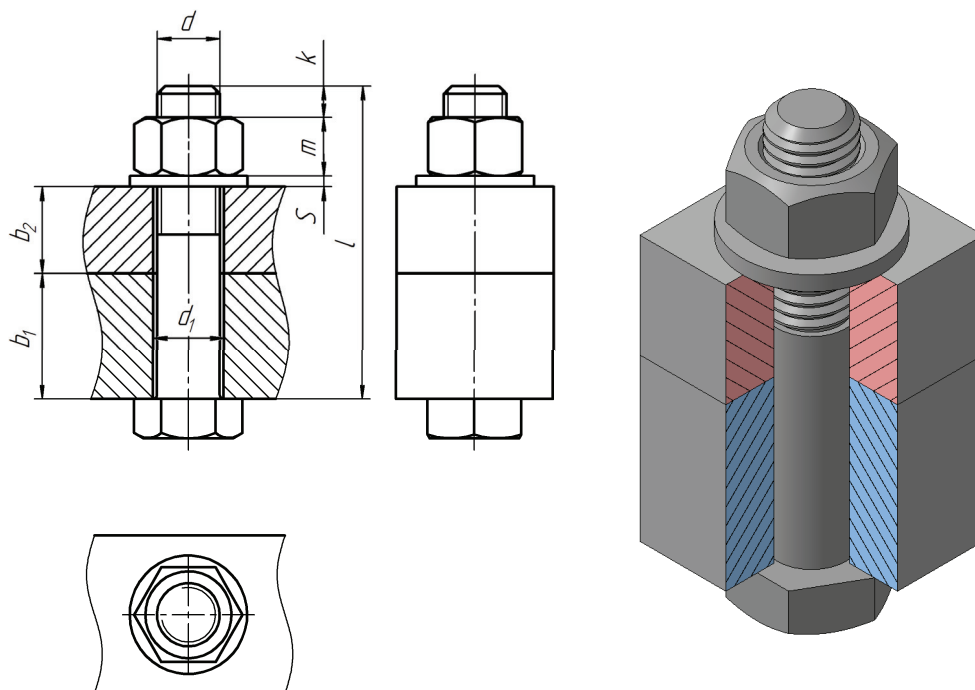


Рис. 22

Расчетную длину болта в миллиметрах определяют по формуле

$$l_p = b_1 + b_2 + S + m + k,$$

где b_1 и b_2 – толщина соединяемых деталей, мм; S – толщина шайбы, мм; m – высота гайки, мм; k – величина выхода конца болта из гайки, принимаемая равной: $k \geq 3P$, (P – шаг резьбы) или $k \geq 0,35 \div 0,5d$, мм.

Численные значения S , m определяют по таблицам 4 и 5 в зависимости от номинального диаметра резьбы. Полученную расчетную величину длины болта l_p сопоставляют с рядом стандартных длин болтов (табл. 1) и принимают ближайшее стандартное значение (l).

По табл. 1 определяют также длину резьбы болта l_0 в зависимости от номинального диаметра резьбы d и длины болта l .

При выполнении сборочных чертежей и чертежей общих видов вычерчивание стандартных резьбовых соединений по действительным размерам отнимает много времени. Поэтому ГОСТ 2.315–68 устанавливает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общих видов. Упрощенное изображение соединения болтом представлено на рис. 23.

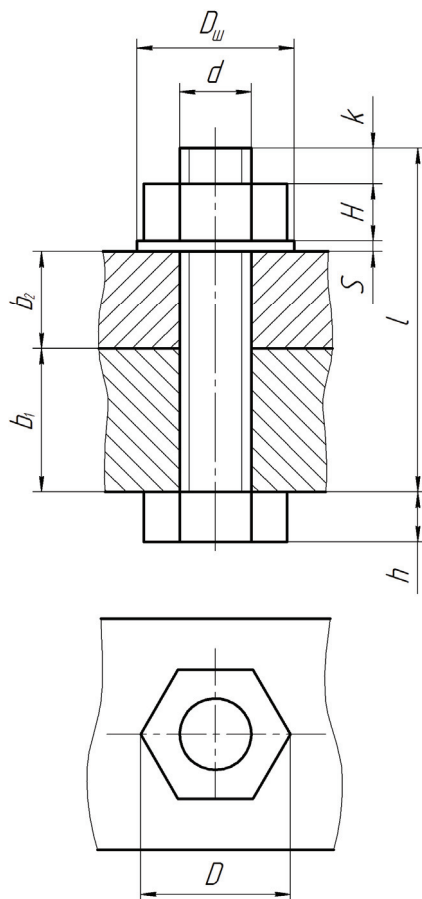


Рис. 23

Упрощения состоят в следующем:

а) резьбу показывают по всей длине стержня болта;

б) не показывают зазор между стержнем болта и отверстием в скрепляемых деталях;

в) не показывают фаски на конце стержня болта, головке болта, гайке;

г) на видах по направлению оси болта резьбу на стержне изображают только одной окружностью, соответствующей наружному диаметру резьбы, также на этих видах не показывают шайбы.

Размеры деталей соединения болтом (болта, гайки, шайбы) при упрощенном изображении выполняют по принятым соотношениям в зависимости от номинального диаметра резьбы d :

$$D = 2d;$$

$$h = 0,7d;$$

$$H = 0,8d;$$

$$D_{\text{ш}} = 2,2d;$$

$$S = 0,15d;$$

$$k = 0,35 \div 0,5d.$$

7.2. Соединение шпилькой

При выполнении соединения шпилькой в одной из соединяемых деталей выполняется отверстие с резьбой, в которое ввинчивается шпилька. На выступающий стержень надевается вторая присоединяемая деталь (их может быть несколько). В ней выполнено сквозное отверстие, диаметр которого d_1 несколько больше диаметра шпильки. На чертежах принимают $d_1 = 1,1d$ (d – номинальный диаметр резьбы шпильки). На гаечный ключ надевается шайба и навинчивается гайка.

Последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку представлена на рис. 24 (а, б).

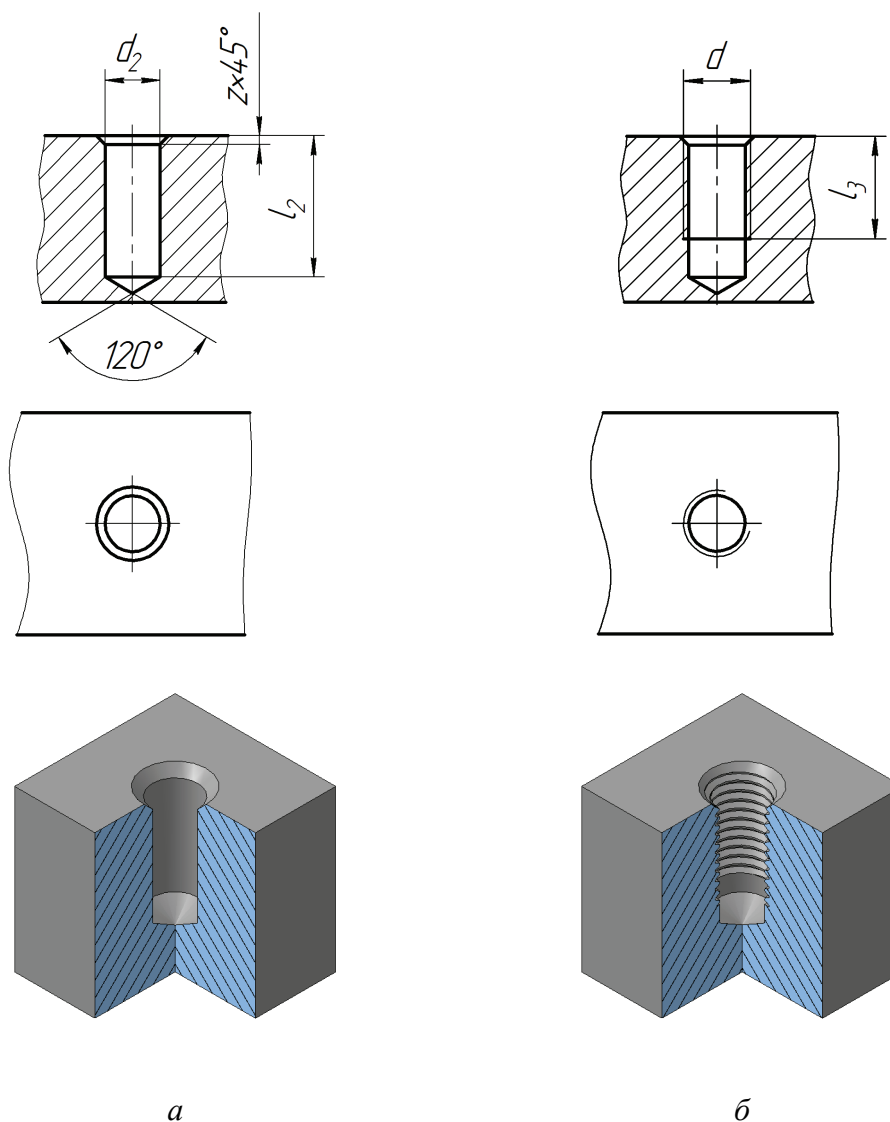


Рис. 24

Сначала выполняют сверлением отверстие диаметром d_2 на глубину l_2 , делают фаску z и нарезают резьбу на глубину l_3 . Диаметр сверления зависит от номинального диаметра резьбы и ее шага. На чертежах принимают $d_2 = 0,85d$ (d – номинальный диаметр резьбы).

Глубина сверления l_2 в миллиметрах складывается из размера ввинчиваемого конца шпильки l_1 , запаса резьбы, равного двум шагам и недореза резьбы, равного примерно четырем шагам:

$$l_3 = l_1 + 2P, l_2 = L_3 + 4P \text{ или } l_2 = l_1 + 6P.$$

Отверстие заканчивается конической поверхностью с углом у вершины конуса 120° , который на чертежах не наносят.

Соединение шпилькой, выполненное по действительным размерам стандартных крепежных деталей (в соединении использована пружинная шайба) представлено на рис. 25.

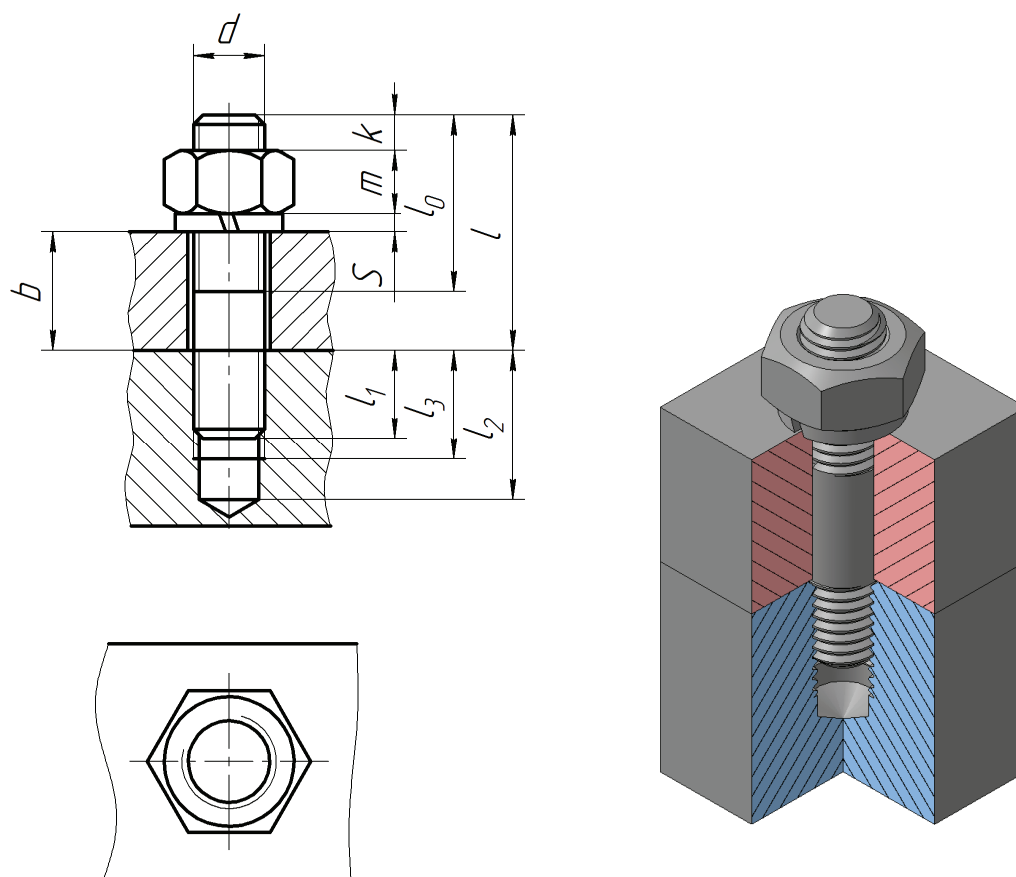


Рис. 25

Расчетную длину шпильки l_p в миллиметрах определяют по формуле

$$l_p = b + s + m + k,$$

где b – толщина присоединяемой детали, мм; S – толщина шайбы, мм; m – высота гайки, мм; k – высота выхода конца шпильки из гайки ($k = 0,35-0,5d$), мм.

Численные значения S , m определяют по табл. 4 и 5 в зависимости от номинального диаметра резьбы. Полученную расчетную величину длины шпильки l_p сопоставляют с рядом стандартных длин шпилек (табл. 3) и принимают ближайшее стандартное значение (l).

По табл. 3 определяют также длину резьбы гаечного конца l_0 в зависимости от номинального диаметра резьбы d и длины шпильки l . Упрощенное изображение соединения шпилькой представлено на рис. 26.

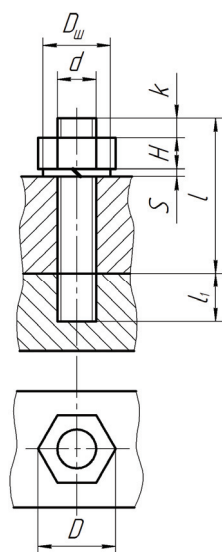


Рис. 26

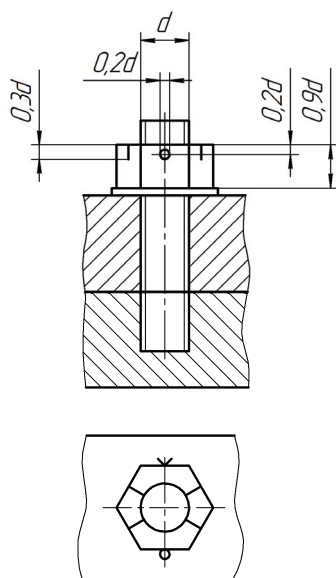


Рис. 27

Упрощения заключаются в следующем:

а) резьбу показывают по всей длине стержня шпильки;

б) не изображают зазор между стержнем шпильки и отверстием в присоединяемой детали;

в) не изображают фаски на концах стержня шпильки и на гайке;

г) границу резьбы изображают только на ввинчиваемом конце шпильки;

д) не показывают гнездо с резьбой ниже конца шпильки;

е) на видах по направлению оси шпильки резьбу на стержне изображают только одной окружностью, соответствующей наружному диаметру резьбы, а также не показывают шайбы.

При упрощенном изображении соединения шпилькой размеры D , H , k выбирают таким же образом, как и при соединении болтом.

При применении пружинных шайб толщина шайбы принимается равной $S_{ш} = 0,2d$ (d – номинальный диаметр резьбы), а диаметр шайбы $D_{ш}$ принимают равным размеру «под ключ» гайки.

Длина ввинчиваемого конца шпильки l_1 зависит от материала детали, в которую она ввинчивается (согласно стандарту шпильки) и принимается равной: d ; $1,25d$; $1,6d$; $2d$; $2,5d$.

При использовании в резьбовых соединениях болтом или шпилькой прорезных или корончатых гаек прорези гаек и шпильки изображаются условно по размерам, приведенным на рис. 27.

Высота гаек H принимается равной $0,9d$ (d – номинальный диаметр резьбы).

7.3. Соединение винтом

В соединении винтом, как и в соединении шпилькой, в одной из деталей выполняют резьбовое отверстие, в которое ввинчивается резьбовая часть винта. Во второй детали (их может быть несколько) выполняют сквозное отверстие, диаметр которого $d_1 = 1,1d$ (d – номинальный диаметр резьбы винта). Вторая деталь прижимается к первой при завинчивании винта.

Длина ввинчиваемого конца винта и резьбового отверстия определяется материалом детали и выбирается аналогично соединению шпилькой.

На рис. 28 представлены соединения винтами с цилиндрической (рис. 28, *а*) полукруглой (рис. 28, *б*) и потайной (рис. 28, *в*) головками, выполненные по действительным размерам.

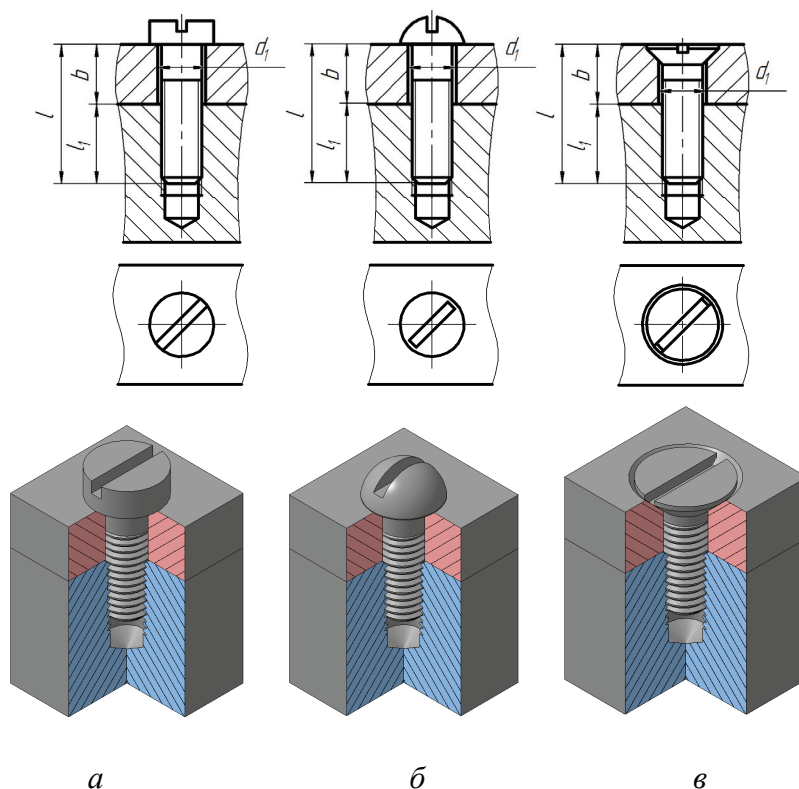


Рис. 28. Винт: *а* – с цилиндрической головкой; *б* – с полукруглой головкой; *в* – с потайной головкой

На видах по направлению оси винта шлиц изображается под углом 45° относительно рамки чертежа. Граница резьбы винта должна быть несколько выше линии разъема деталей.

Расчетную длину винта в миллиметрах определяют по формуле

$$l_p = b + L_1,$$

где b – толщина присоединяемой детали, мм; L_1 – длина ввинчиваемого конца винта, мм.

Размеры винтов выбирают по табл. 2 в зависимости от номинального диаметра резьбы. Полученную расчетную величину длины винта сопоставляют с рядом стандартных длин винтов (табл. 2) и принимают ближайшее стандартное значение l . У винтов с потайной головкой головка включается в длину винта.

Упрощенные соединения винтом представлены на рис. 29.

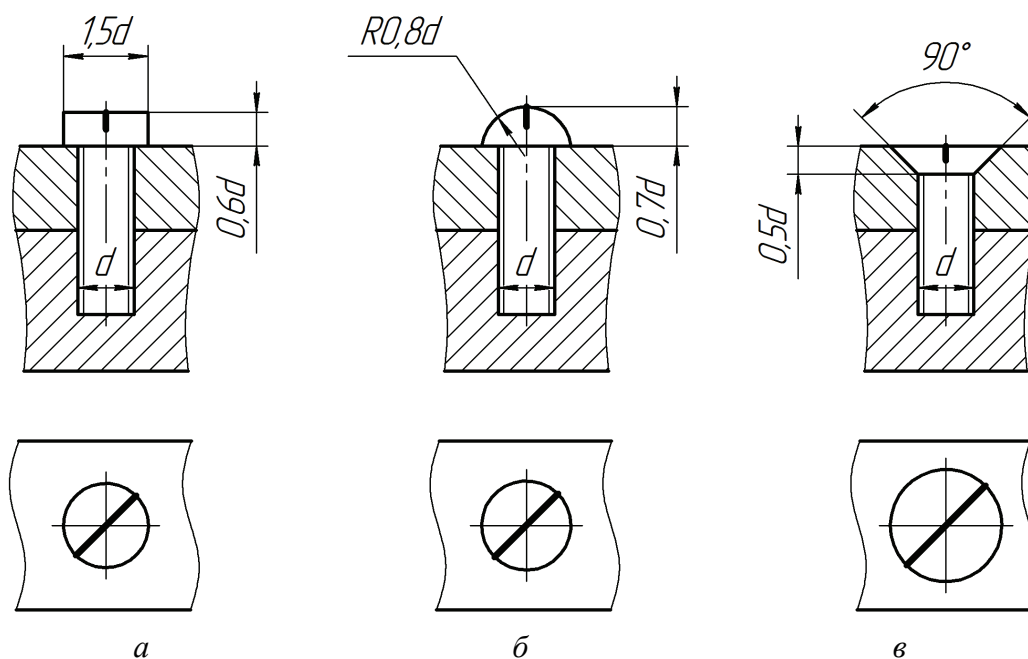


Рис. 29. Винт: *а* – с цилиндрической головкой; *б* – с полукруглой головкой; *в* – с потайной головкой

Упрощения заключаются в следующем:

- а) резьбу показывают по всей длине стержня винта;
- б) не изображают зазор между стержнем винта и отверстием в присоединяемой детали;
- в) не изображают фаску на конце стержня винта;
- г) не показывают гнездо с резьбой ниже конца винта;
- д) шлиц в головке винта изображают одной утолщенной линией под углом 45° относительно рамки чертежа.

Головки винтов выполняют по принятым соотношениям в зависимости от номинального диаметра резьбы d .

7.4. Условные изображения резьбовых соединений

Стандартные крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно. На рис. 30 приведены соединения болтом (рис. 30, *а*), соединением шпилькой (рис. 30, *б*), соединением винтом (рис. 30, *в*).

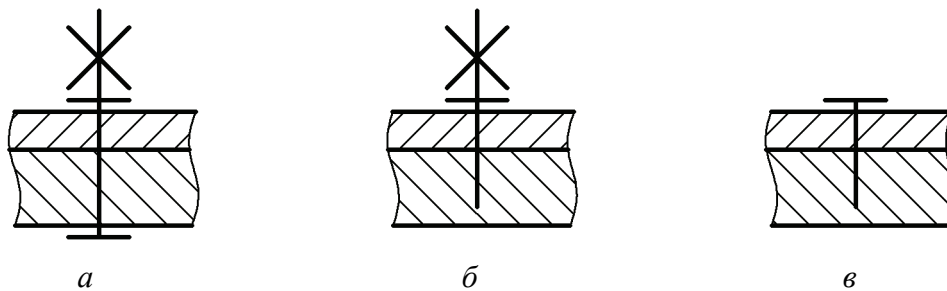


Рис. 30. Соединение: *а* – болтом; *б* – шпилькой; *в* – винтом

8. ЧЕРТЕЖИ СБОРОЧНЫЕ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля. Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, клепкой и т. п.).

Сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы с минимальным, но достаточным количеством видов, разрезов, сечений, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, обеспечивающее возможность сборки и контроля сборочной единицы;

б) размеры, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу, а также габаритные, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

в) номера позиций составных частей, входящих в изделие.

Каждая составная часть, входящая в сборочную единицу, должна иметь порядковый номер – позицию, определяемую спецификацией.

Номера позиций на сборочном чертеже наносят на полках линий выносок, проводимых от изображений составных частей. У зачернённых или узких площадей точку заменяют стрелкой. Линии-выноски пересекают контур изображения составной части и заканчиваются точкой. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельными линиям штриховки (если линия выноски проходит по заштрихованному полю) и по возможности не должны пересекать других составных частей, а также размерных линий чертежа. Полки располагаются вне контура-изображения параллельно основной надписи чертежа и группируются в колонну или строчку по возможности на одной линии. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта размерных чисел на том же чертеже.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, допускается проводить одну общую линию-выноску. В этом случае полки для номеров позиций должны располагаться вертикально и соединяться тонкой линией. При этом на верхней полке указывают номер позиции той детали, на изображении которой линия-выноска начинается точкой. Примеры нанесения номеров позиций на сборочном чертеже представлены на рис. 33.

9. СПЕЦИФИКАЦИЯ

Спецификация является основным конструкторским документом на сборочную единицу и определяет ее состав. Согласно ГОСТ 2.106–96, спецификацию выполняют на листах формата А4 по форме 1 (заглавный лист) и по форме 1А (последующие листы). В первом случае основную надпись выполняют по форме 2, во втором – по форме 2а. Размеры граф и основной надписи (форма 2) заглавного листа приведены на рис. 30, размеры основной надписи последующих листов – на рис. 31.

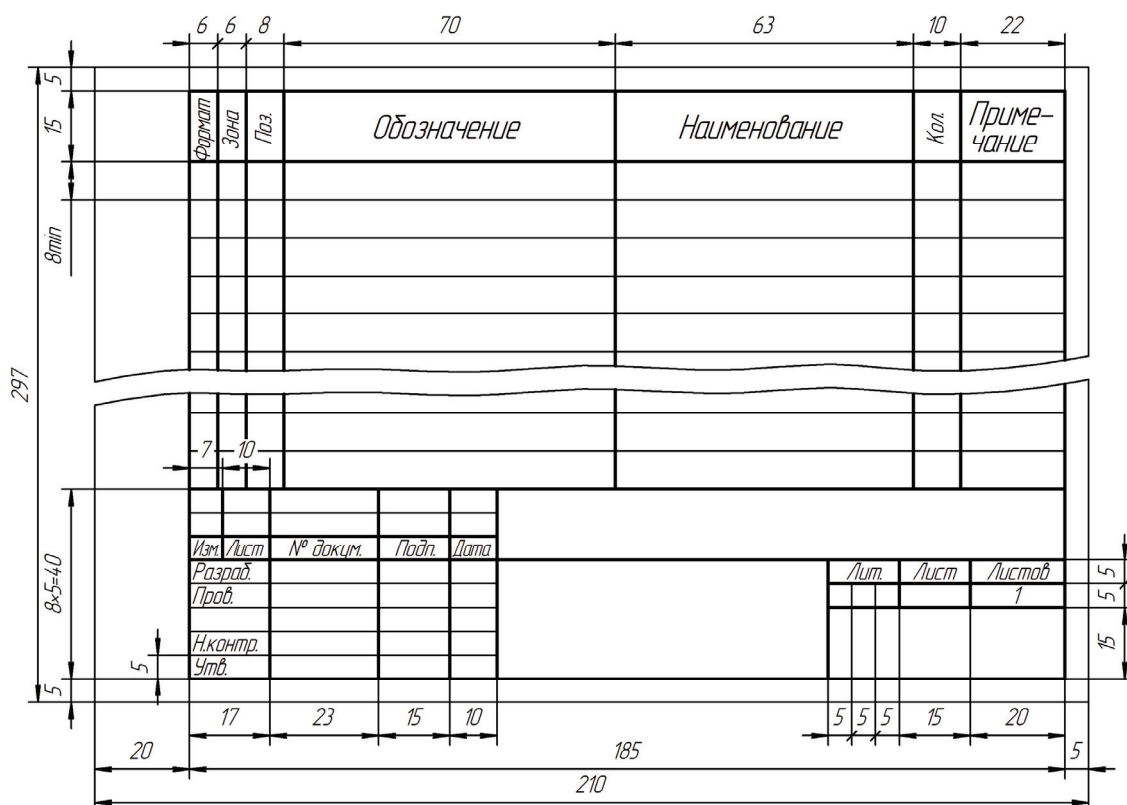


Рис. 30. Спецификация, 1-й лист

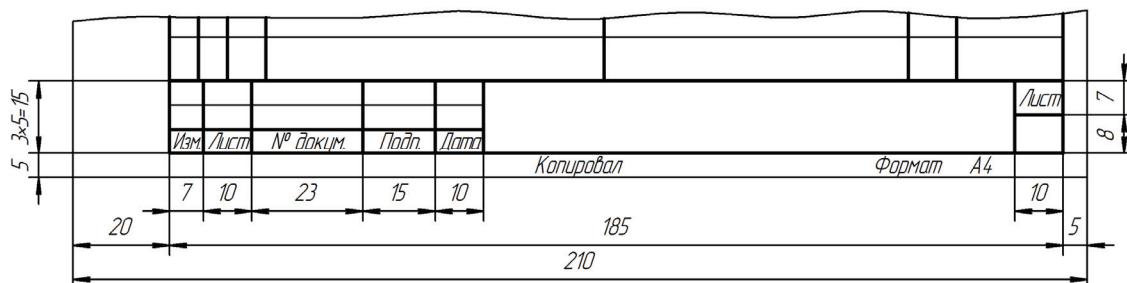


Рис. 31. Спецификация, последующие листы

В общем случае спецификация состоит из разделов, располагаемых в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие тех или иных разделов в спецификации определяется составом специфицируемого изделия.

Наименование каждого раздела указывают в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. Перед наименованием каждого раздела, а также после наименования оставляют по одной свободной строке. После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей.

Ниже приводится краткое содержание разделов применительно к учебным чертежам.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия.

В раздел «Сборочные единицы» вносят сборочные единицы, входящие в специфицируемое изделие.

В раздел «Детали» вносят детали, непосредственно входящие в изделие (не входящие в состав перечисленных сборочных единиц).

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по государственным, республиканским, отраслевым стандартам и стандартам предприятий (для изделий вспомогательного производства). В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединяемых по функциональному назначению (подшипники, крепежные изделия и т. п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий (например, болты, винты, гайки, шпильки, шпильки), в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В разделе «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие (последовательность записи материалов определяет ГОСТ 2.106–96).

Графы спецификации заполняют следующим образом.

1. В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы в порядке их увеличения. Также поступают в случае применения дополнительных форматов. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе пишут «БЧ». Для разделов «Стандартные изделия», «Материалы» данную графу не заполняют.

2. В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны).

3. В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификацию. Для раздела «Документация» графу не заполняют.

4. В графе «Обозначение» в разделе «Документация» указывают обозначения записываемых документов, в разделах «Сборочные единицы» и «Детали» – обозначения основных конструкторских документов. В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» графу не заполняют.

5. В графе «Наименование» в разделе «Документация» записывают наименования документов, составляемых на данное изделие («Сборочный чертеж», «Схема кинематическая» и т. п.).

В разделах «Сборочные чертежи» и «Детали» указывают наименования сборочных единиц и деталей в соответствии с основными надписями на их чертежах. Для деталей, на которые не выпущены чертежи (БЧ), указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления. В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» записывают наименования и обозначение в соответствии со стандартами на них.

Наименования сборочных единиц и деталей записывают в именительном падеже единственного числа независимо от их количества. Если наименование состоит из двух слов, то на первом месте пишут имя существительное, например, «Гайка накидная».

6. В графе «Кол» указывают количество составных частей на одно специфицируемое изделие; в разделе «Материалы» – общее количество материалов с указанием единиц измерения. Допускается единицы измерения записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Кол».

7. В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4. При этом ее располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах. Совмещенному документу присваивается обозначение основного конструкторского документа, основную надпись выполняют по форме 1.

10. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ

Задание 1. Соединение резьбовое.

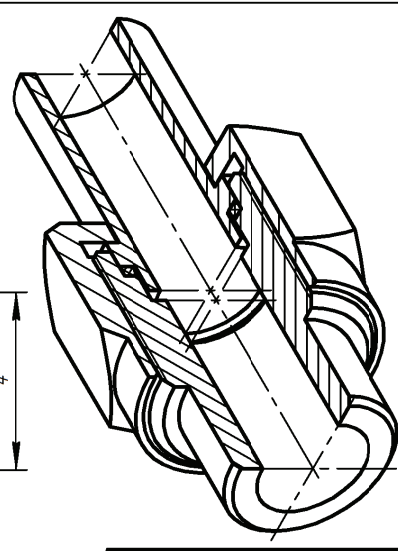
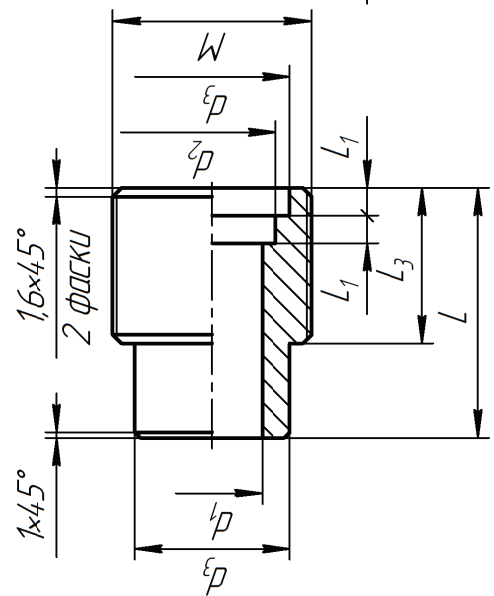
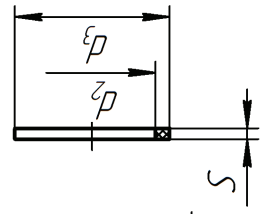
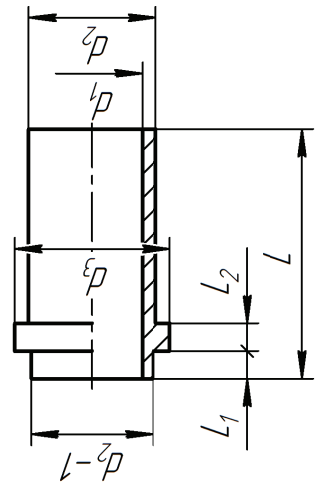
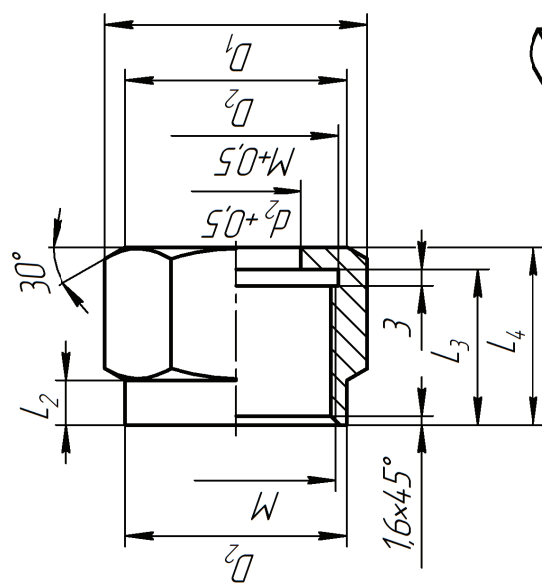
Методические указания.

1. Перечертить соединяемые детали в масштабе 1:1 и нанести размеры.
2. Выполнить соединение резьбой в масштабе 2:1 и нанести размеры резьб. Порядок соединения деталей соответствует их расположению в задании и изображен на аксонометрической проекции.
3. Данные для выполнения задания в соответствии с вариантом приведены на с. 42–47.
4. Задание выполнить на листе формата А3.
5. Пример выполнения задания представлен на рис. 32, с. 48.

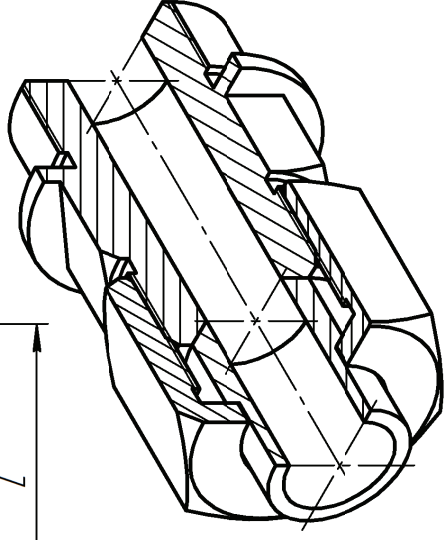
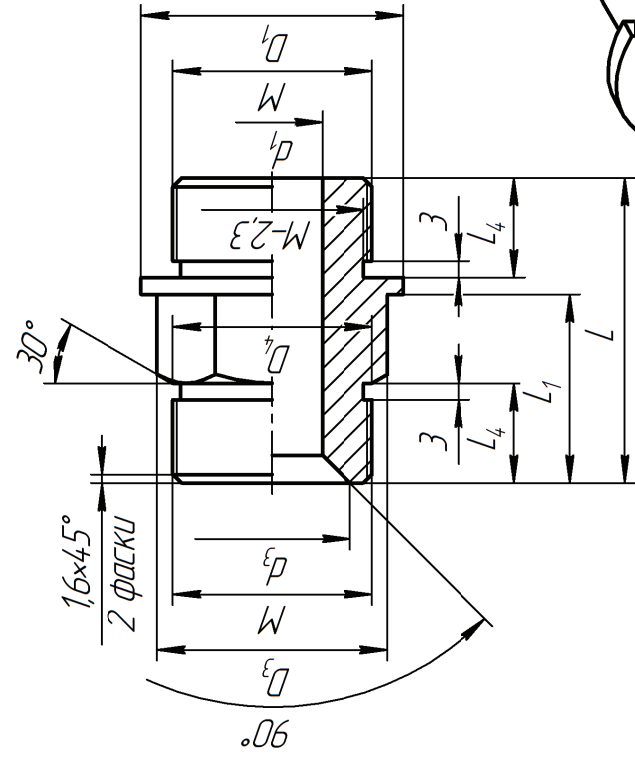
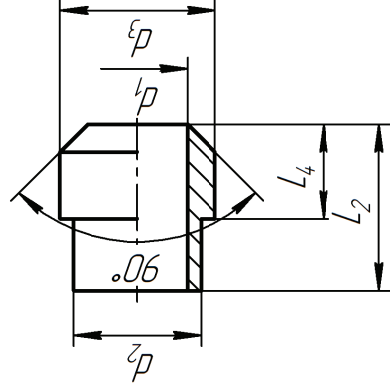
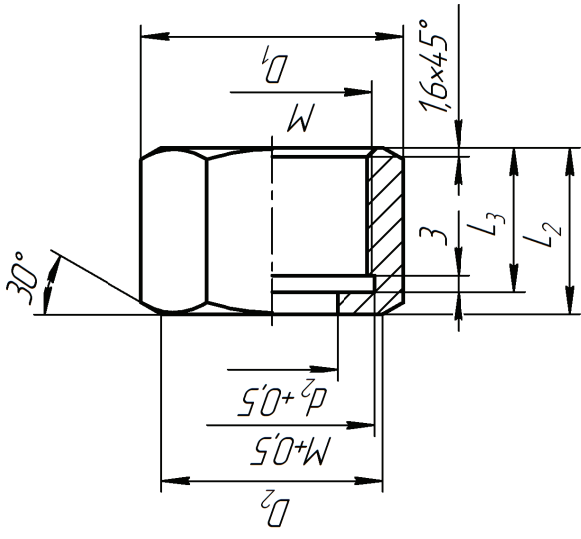
Задание 2. Соединение стандартными резьбовыми изделиями.

Методические указания.

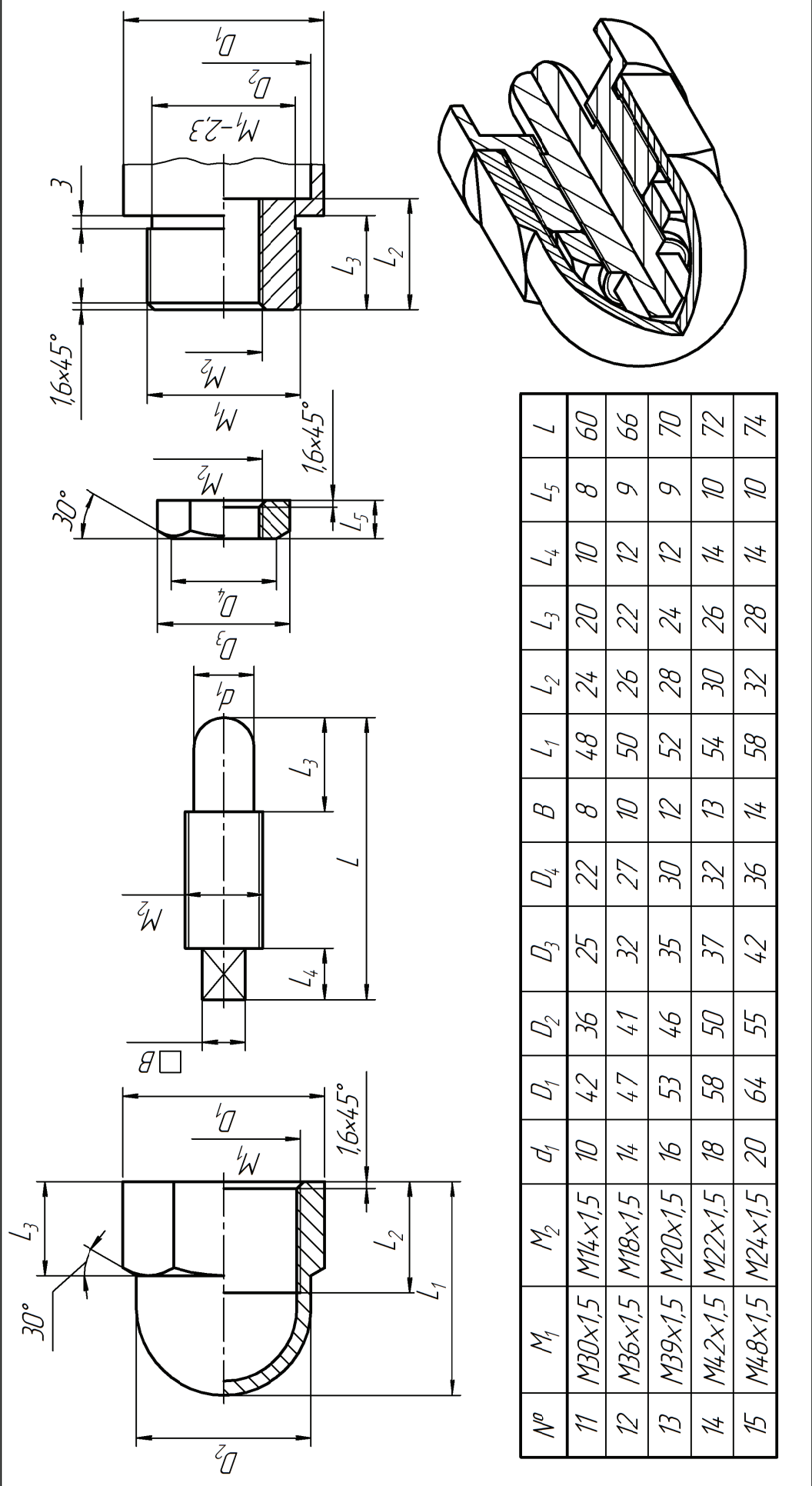
1. Выполнить упрощенные соединения по относительным размерам болтом (1), шпилькой (2), винтом (3).
2. Выполнить разрез на месте вида слева по болту (четный вариант) или по шпильке (нечетный).
3. Нанести размеры стандартных резьбовых изделий и межосевых расстояний между ними.
4. Выполнить спецификацию на сборочную единицу и нанести номера позиций на сборочном чертеже.
5. Сборочный чертеж выполнить на формате А3, спецификацию – на формате А4.
6. Данные для выполнения задания в соответствии с вариантом приведены в табл. 8 на с. 49–50 и рисунках на с. 51–55.
7. Пример выполнения задания представлен на рис. 33, 34, с. 56–57.

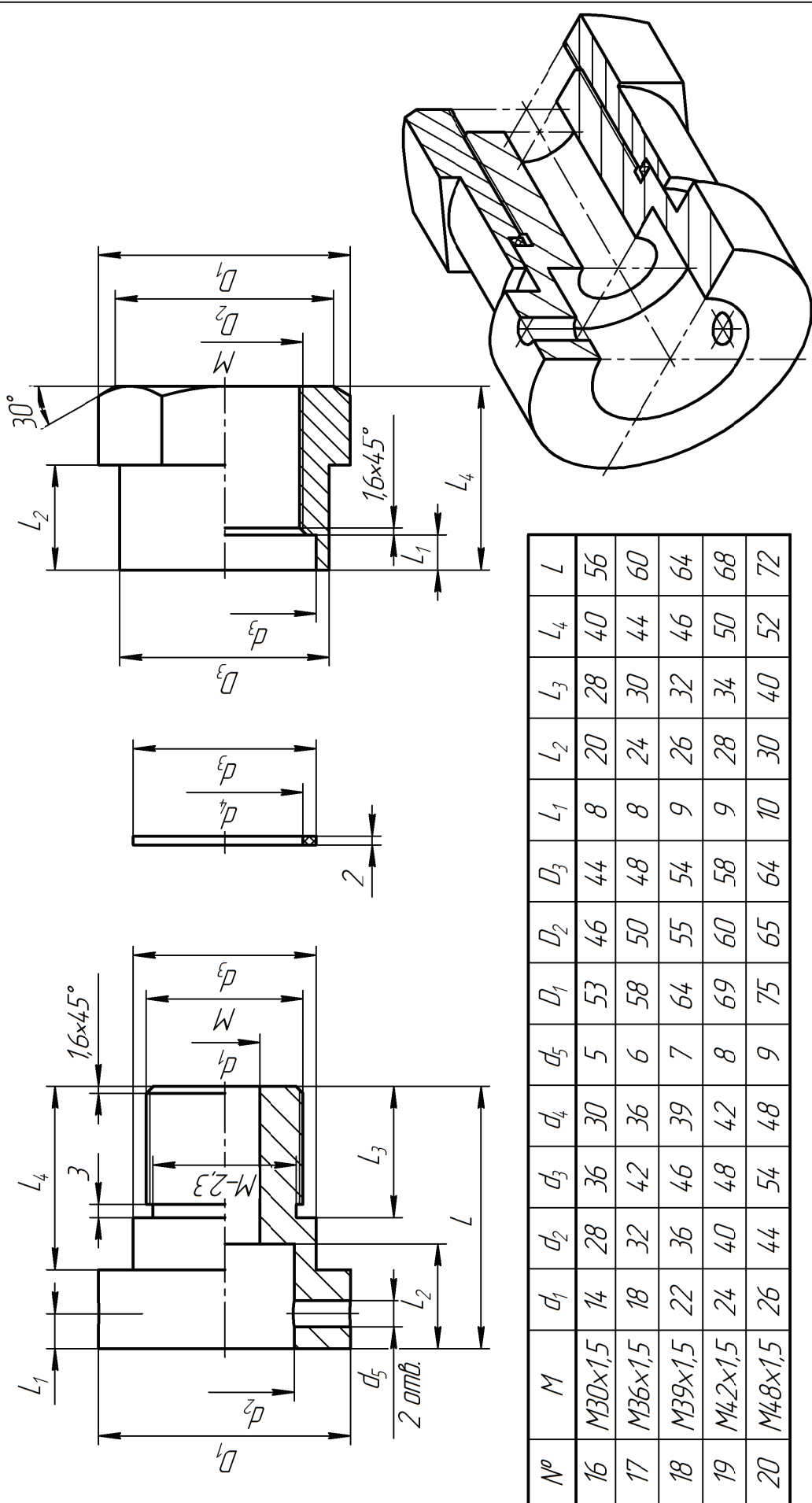


Nº	M	d ₁	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L	S
1	M30x1,5	14	19	24	42	36	5	8	26	30	45	16
2	M36x1,5	18	23	28	47	41	5	8	28	32	45	2,0
3	M39x1,5	22	27	32	53	46	6	10	30	35	50	2,0
4	M42x1,5	24	30	36	58	50	6	11	32	38	50	2,5
5	M48x1,5	26	33	40	64	55	6	12	34	40	55	2,5

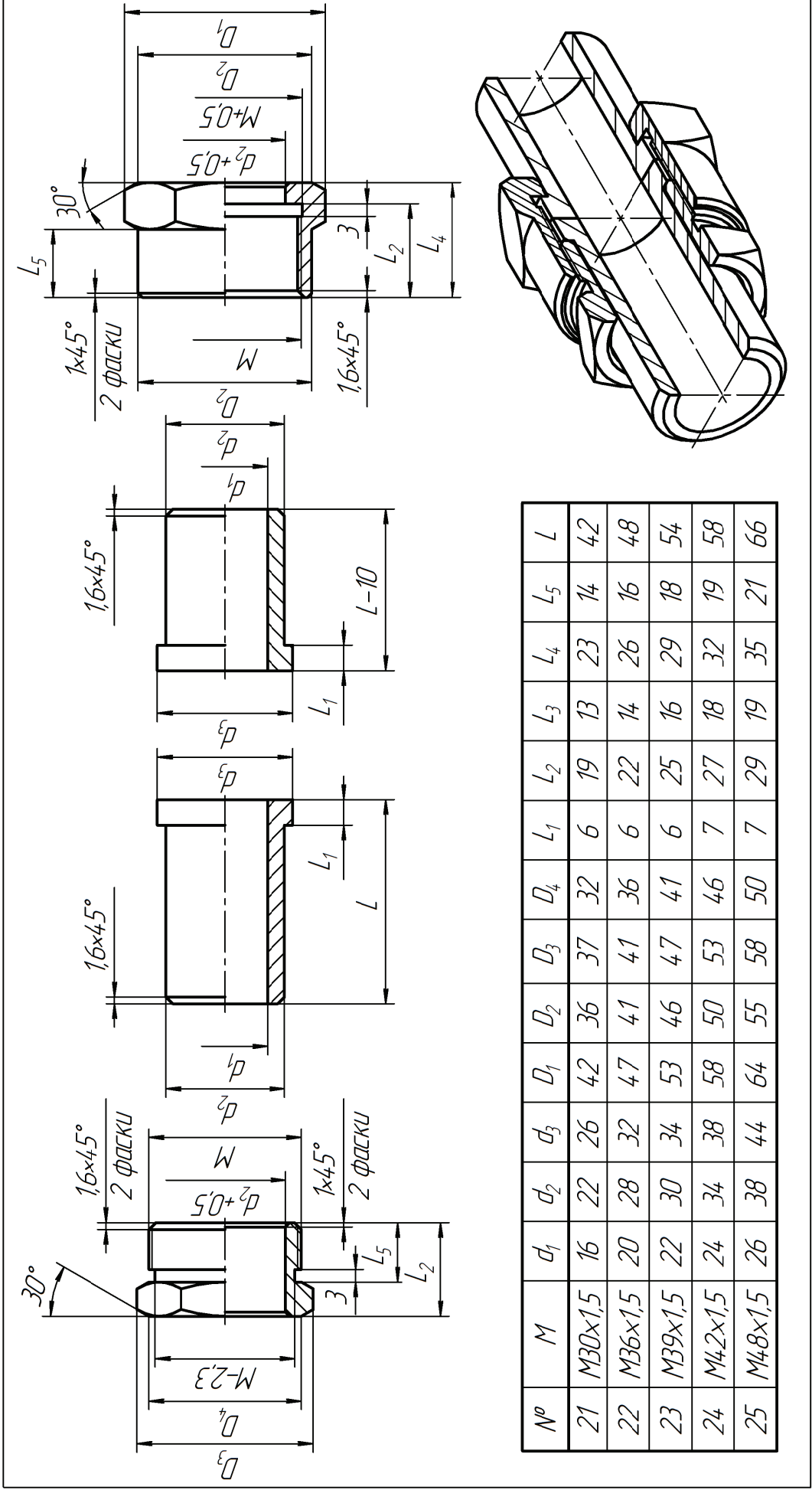


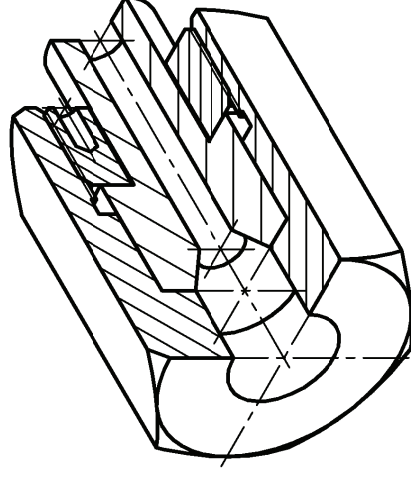
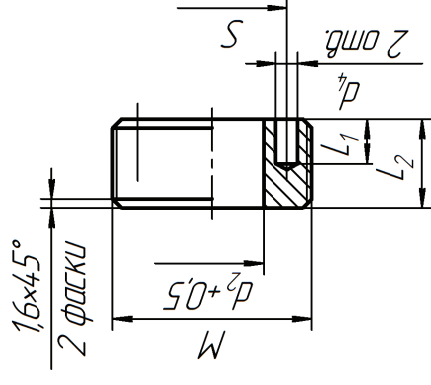
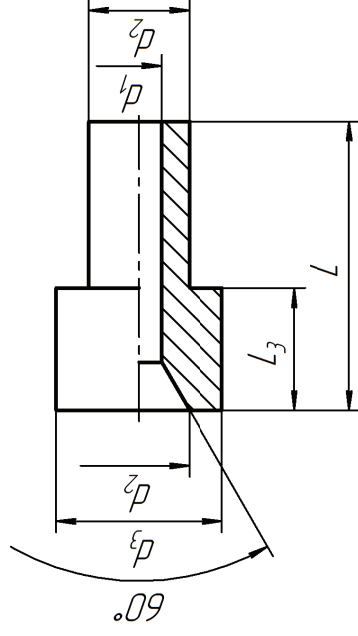
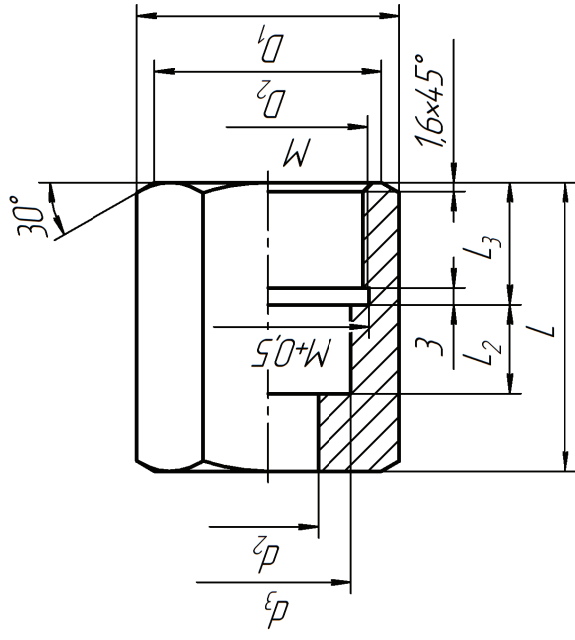
Nº	M	d ₁	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L
6	M30x1,5	14	19	24	42	36	37	32	32	28	24	15	50
7	M36x1,5	18	23	28	47	41	41	36	34	30	26	18	55
8	M39x1,5	22	27	32	53	46	47	41	36	32	28	20	60
9	M42x1,5	24	30	36	58	50	53	46	38	34	30	22	64
10	M48x1,5	26	33	40	64	55	58	50	40	36	32	24	66





Nº	M	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	D ₁	D ₂	D ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L
16	M30x1,5	14	28	36	30	5	53	46	44	8	20	28	40	56
17	M36x1,5	18	32	42	36	6	58	50	48	8	24	30	44	60
18	M39x1,5	22	36	46	39	7	64	55	54	9	26	32	46	64
19	M42x1,5	24	40	48	42	8	69	60	58	9	28	34	50	68
20	M48x1,5	26	44	54	48	9	75	65	64	10	30	40	52	72





Nº	M	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L	S
26	M30x1,5	6	14	24	4	42	36	6	17	26	50	22
27	M36x1,5	8	18	30	4	47	41	8	19	28	54	27
28	M39x1,5	10	20	32	5	53	46	8	21	30	58	30
29	M42x1,5	12	22	34	5	58	50	10	23	32	62	32
30	M48x1,5	14	24	36	6	64	55	10	25	34	66	36

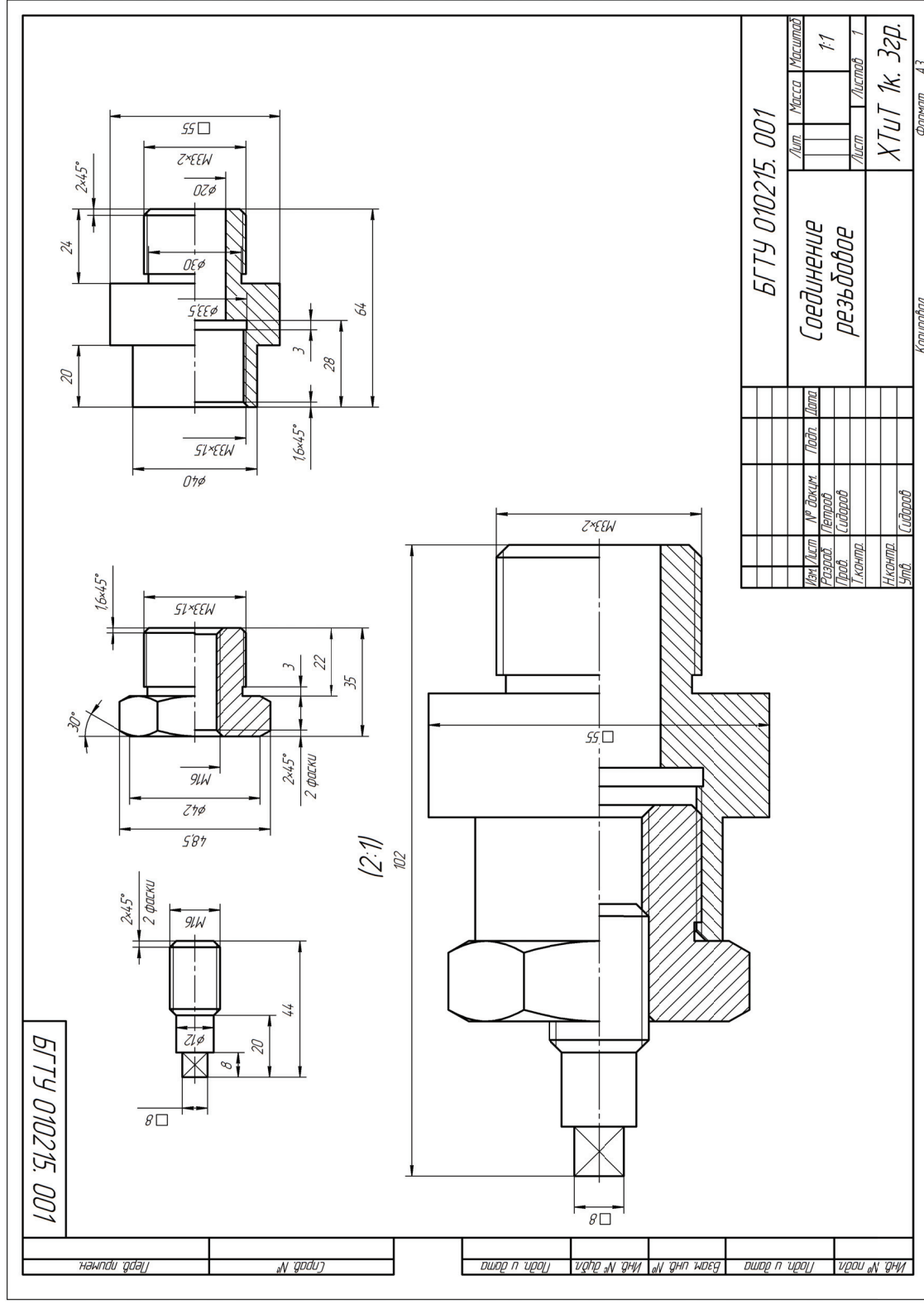
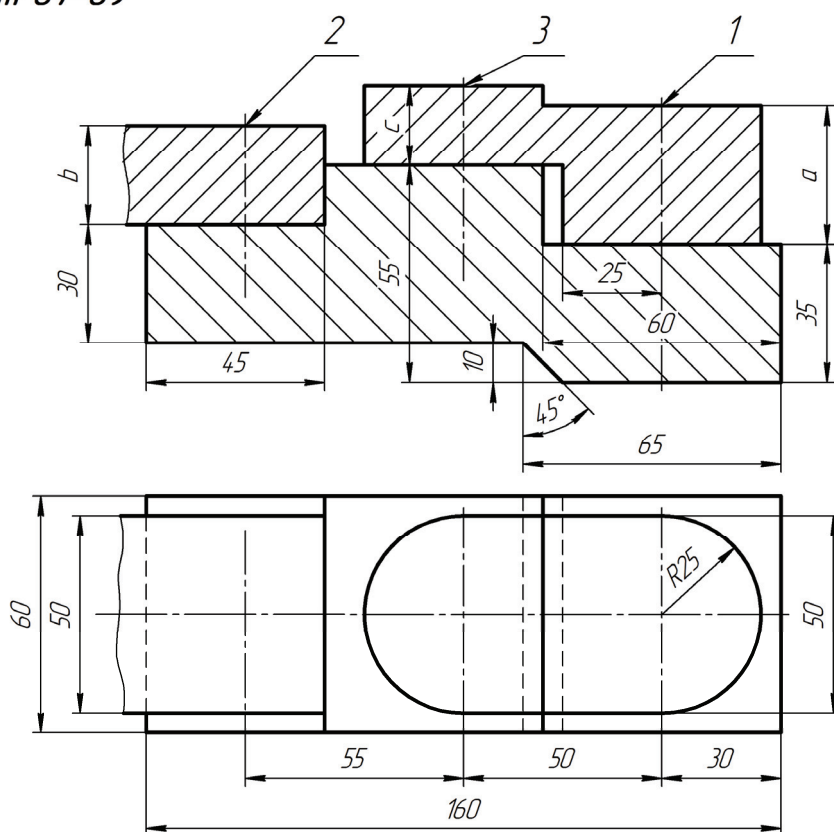


Таблица 8

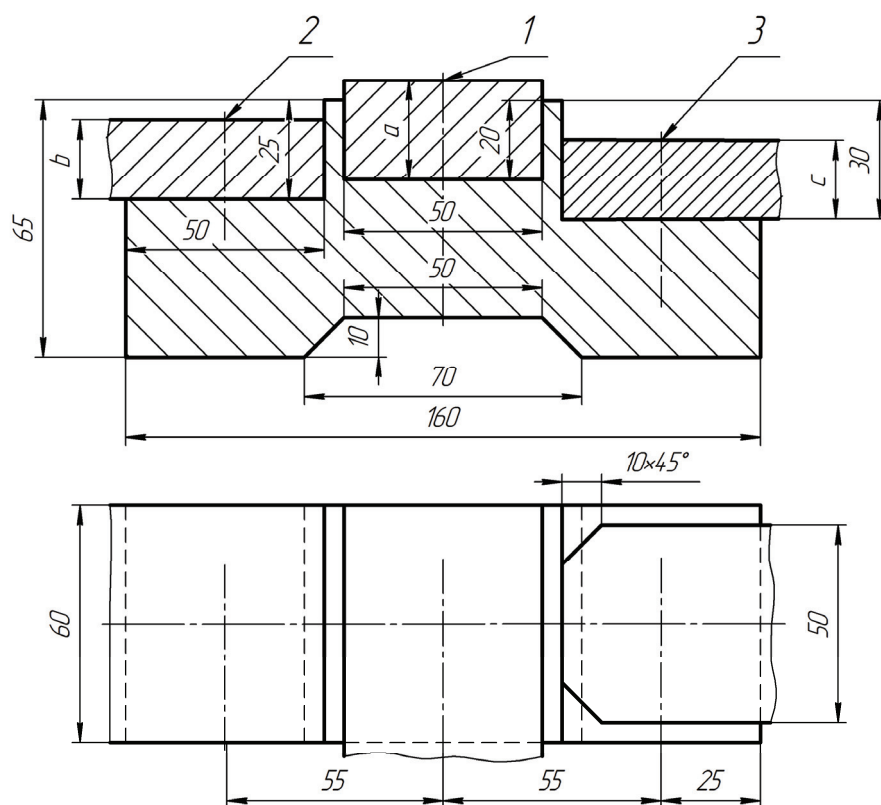
№ варианта	Толщина со- единяемых де- талей, мм			Соединение болтом				Соединение шпилькой						Соединение винтом	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	Резьба	№ стандарта болта	№ стандарта гайки	№ стандарта шайбы	Резьба	№ стандарта шпилеки	№ стандарта гайки	№ стандарта шайбы	Размер шпильки, № стандарта шпильки	Резьба	№ стандарта винта	
1	15	25	20	M16	7798-70	5915-70	6402-70	M12	22036-76	5927-70	11371-78	—	M10	1491-80	
2	10	20	25	M20	7805-70	5927-70	11371-78	M14	22034-76	5915-70	6402-70	—	M8	17473-80	
3	20	30	15	M14	7798-70	5915-70	6402-70	M16	22038-76	5927-70	11371-78	—	M12	17475-80	
4	20	25	15	M18	7805-70	5927-70	11371-78	M20	22036-76	5915-70	6402-70	—	M12	1491-80	
5	25	20	20	M16	7798-70	5915-70	6402-70	M14	22034-76	5927-70	11371-78	—	M10	17473-80	
6	15	30	25	M20	7805-70	5927-70	11371-78	M16	22036-76	5918-73	11371-78	4x32 ГОСТ 397-79	M8	17475-80	
7	35	25	20	M14	7798-70	5915-70	6402-70	M16	22034-76	5927-70	11371-78	—	M12	1491-80	
8	30	20	15	M16	7805-70	5927-70	11371-78	M14	22036-76	5915-70	6402-70	—	M10	17473-80	
9	40	30	10	M18	7798-70	5915-70	6402-70	M20	22032-76	5927-70	11371-78	—	M8	17475-80	
10	25	20	20	M16	7805-70	5927-70	11371-78	M14	22034-76	5915-70	6402-70	—	M12	1491-80	
11	20	15	15	M14	7798-70	5915-70	6402-70	M16	22036-76	5927-70	11371-78	—	M8	17473-80	
12	15	25	25	M20	7805-70	5927-70	11371-78	M12	22032-76	5918-73	11371-78	3,2x25 ГОСТ 397-79	M10	17475-80	
13	20	20	15	M16	7798-70	5915-70	6402-70	M14	22034-76	5927-70	11371-78	—	M10	1491-80	
14	15	15	10	M14	7805-70	5927-70	11371-78	M16	22036-76	5915-70	6402-70	—	M8	17475-80	
15	25	25	20	M18	7798-70	5915-70	6402-70	M14	22038-76	5927-70	11371-78	—	M12	17473-80	

№ варианта	Толщина со- единяемых де- талей, мм			Соединение болтом				Соединение шпилькой						Соединение винтом	
	a	b	c	Резьба	№ стандарта болта	№ стандарта гайки	№ стандарта шайбы	Резьба	№ стандарта шпильки	№ стандарта гайки	№ стандарта шайбы	Размер шпильки, № стандарта шпильки	Резьба	№ стандарта винта	
16	20	25	20	M20	7798-70	5915-70	11371-78	M16	22036-76	5927-70	6402-70	—	M12	1491-80	
17	15	30	15	M16	7805-70	5927-70	6402-70	M18	22034-76	5915-70	11371-78	—	M10	17473-80	
18	25	20	25	M18	7798-70	5915-70	11371-78	M16	22038-76	5918-73	11371-78	4x32 ГОСТ 397-79	M8	17475-80	
19	20	25	20	M18	7805-70	5927-70	6402-70	M16	22036-76	5915-70	11371-78	—	M12	1491-80	
20	15	20	15	M16	7798-70	5915-70	11371-78	M14	22034-76	5927-70	6402-70	—	M10	17473-80	
21	25	30	25	M20	7805-70	5927-70	6402-70	M16	22038-76	5915-70	11371-78	—	M8	17475-80	
22	25	30	20	M16	7798-70	5915-70	11371-78	M14	22036-76	5927-70	6402-70	—	M10	1491-80	
23	20	25	15	M18	7805-70	5915-70	6402-70	M20	22034-76	5927-70	11371-78	—	M12	17473-80	
24	30	20	25	M20	7798-70	5927-70	11371-78	M16	22038-76	5918-73	11371-78	4x32 ГОСТ 397-79	M8	17475-80	
25	20	25	15	M14	7798-70	5927-70	6402-70	M16	22038-76	5915-70	11371-78	—	M12	1491-80	
26	15	20	10	M16	7805-70	5915-70	11371-78	M12	22036-76	5927-70	6402-70	—	M10	17473-80	
27	25	30	20	M20	7798-70	5927-70	6402-70	M16	22034-76	5915-70	11371-78	—	M8	17475-80	
28	20	20	15	M18	7798-70	5915-70	11371-78	M14	22038-76	5927-70	6402-70	—	M12	1491-80	
29	15	15	10	M14	7805-70	5927-70	6402-70	M20	22036-76	5915-70	11371-78	—	M8	17473-80	
30	25	25	20	M16	7798-70	5915-70	11371-78	M12	22040-76	5918-73	11371-78	3,2x28 ГОСТ 397-79	M10	17475-80	

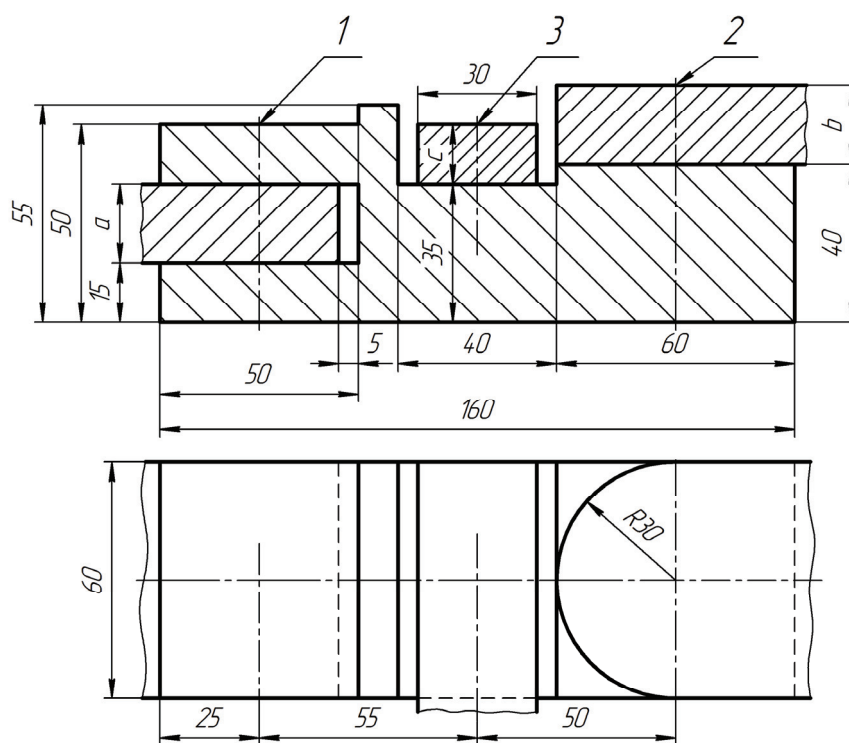
Вариант 07-09



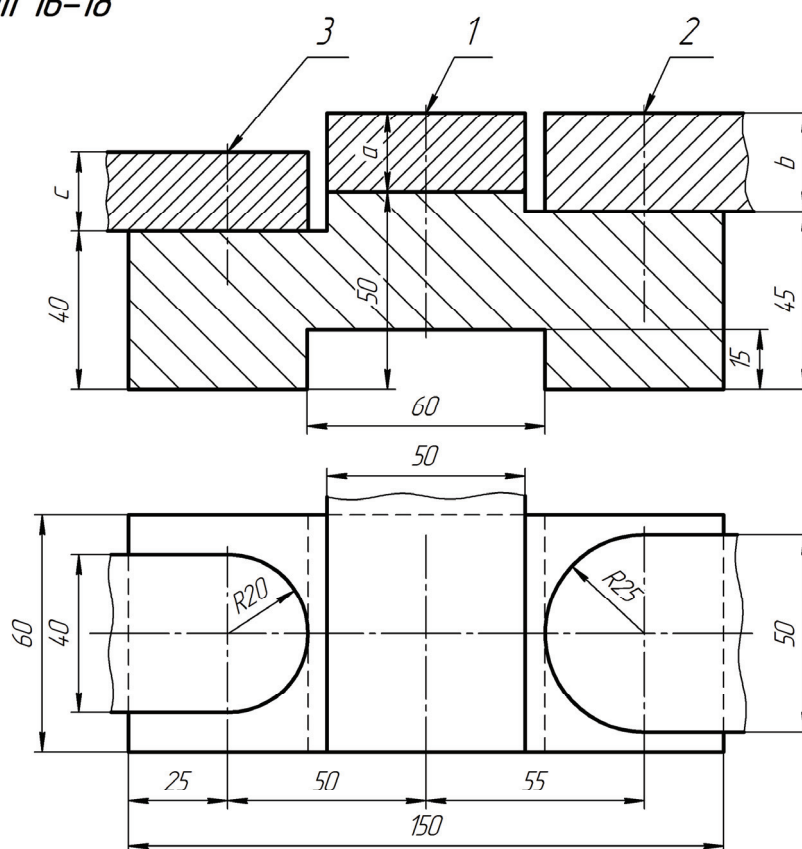
Вариант 10-12



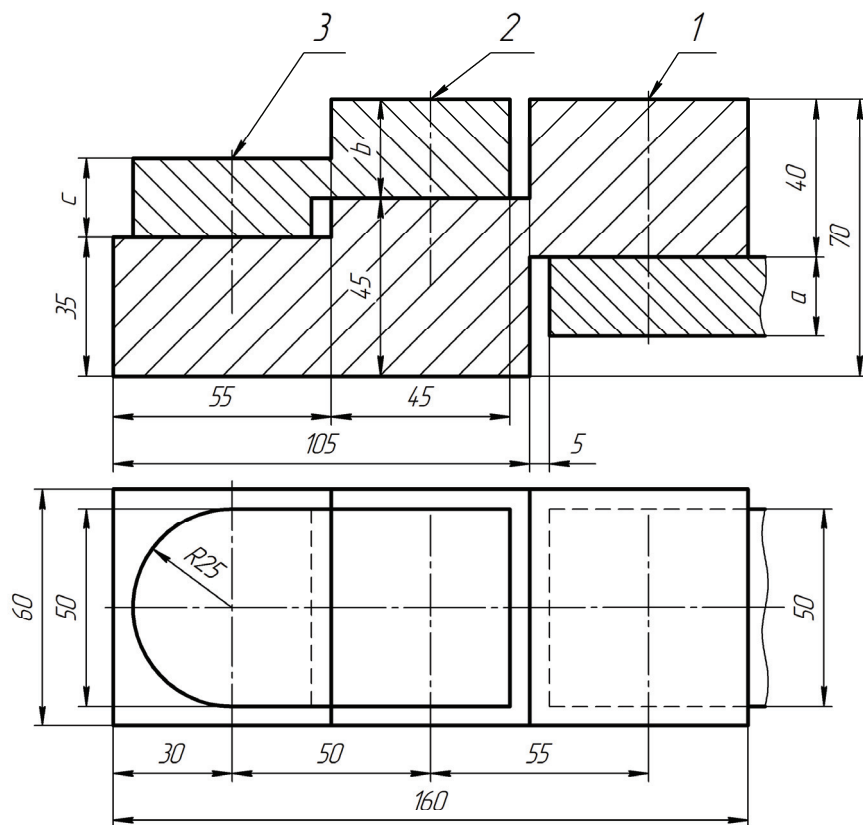
Вариант 13-15



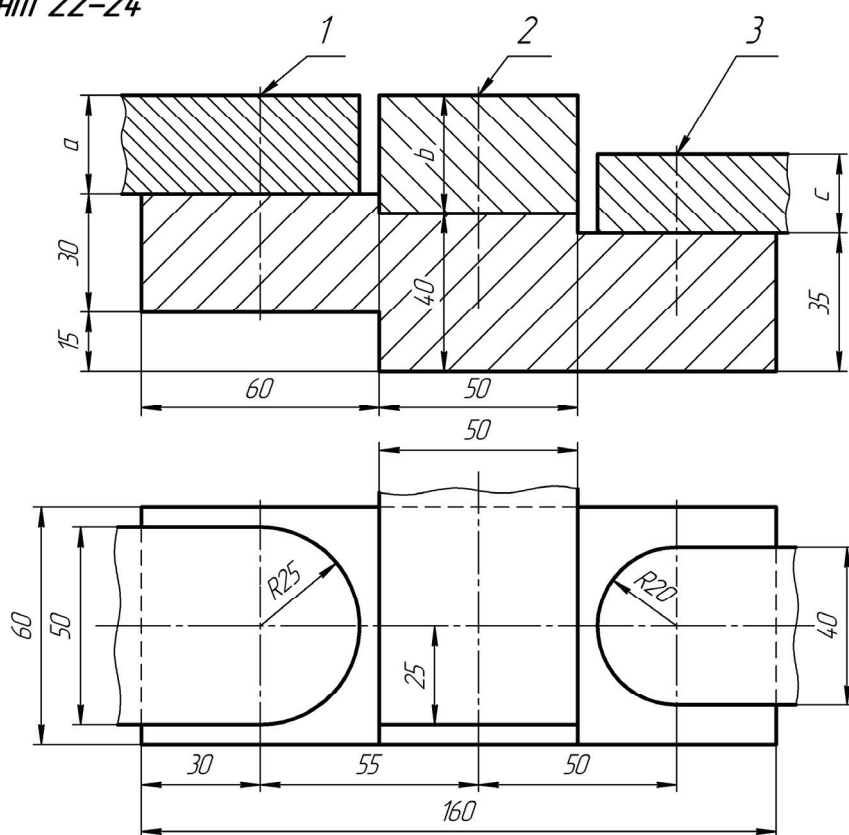
Вариант 16-18



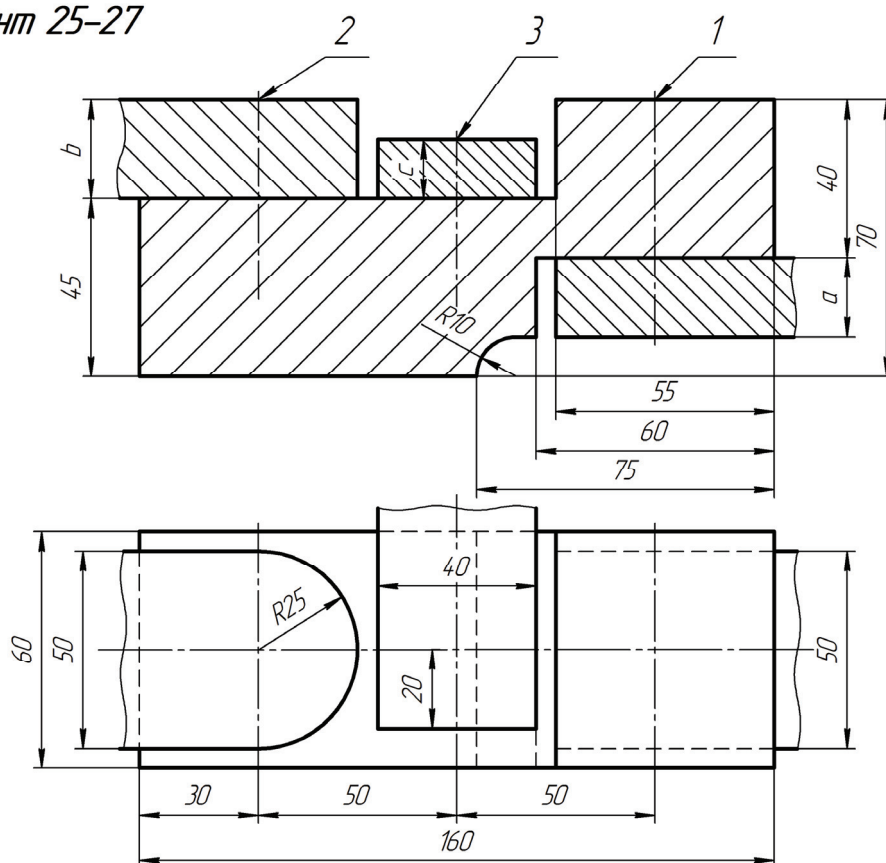
Вариант 19-21



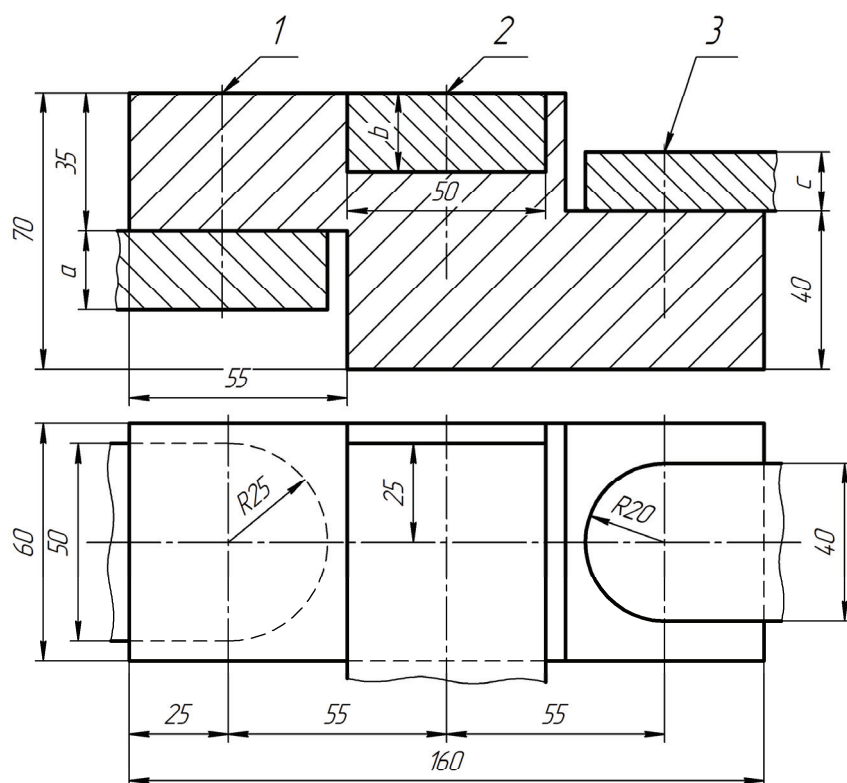
Вариант 22-24



Вариант 25-27



Вариант 28-30



Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Справ. №					<u>Документация</u>						
	A3			БГТУ 010230. 100СБ	Сборочный чертеж						
					<u>Детали</u>						
			1	БГТУ 010230. 101	Корпус	1					
			2	БГТУ 010230. 102	Плита	1					
			3	БГТУ 010230. 103	Рейка	1					
			4	БГТУ 010230. 104	Планка	1					
					<u>Стандартные изделия</u>						
			5		Болт М16 х 80.58.019 ГОСТ 7805-70	1					
			6		Винт М10 х 45.58.019 ГОСТ 17475-80	1					
Подп. и дата			7		Гайка М16.5.019 ГОСТ 5915-70	1					
			8		Гайка М12.5.019 ГОСТ 5927-70	1					
			9		Шайба 12.65Г.019 ГОСТ 6402-70	1					
			10		Шайба 16.03.019 ГОСТ 11371-78	1					
			11		Шпилька М12 х 40.58.019 ГОСТ 22040-76	1					
Взам. инв. №											
Инв. №											
Подп. и дата											
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	БГТУ 010230. 100					
	Разраб.	Иванов									
	Пров.	Петров									
	Н.контр.										
	Утв.	Петров									
Инв. № подл.	Соединение болтом, винтом и шпилькой					Лит.	Лист	Листов			
								1			
						ХТУТ 1к. 2гр.					

Копировал

Формат А4

Рис. 34

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1991. – 236 с.
2. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации. Основные положения. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1988. – 295 с.
3. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение / В. С. Левицкий. – М.: Высшая школа, 1988. – 347 с.
4. Боголюбов, С. К. Черчение / С. К. Боголюбов. – М.: Машиностроение, 1989. – 333 с.
5. Богданов, В. Н. Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов, [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Основные сведения о резьбах. Параметры резьбы. Классификация резьб	4
2. Условное обозначение резьбы на чертежах	6
3. Типы резьб и их условные обозначения	9
3.1. Крепежные резьбы	9
3.2. Ходовые резьбы	13
3.3. Прочие типы стандартных резьб	16
4. Нанесение размеров резьб на чертежах	17
5. Технологические элементы резьб	18
6. Стандартные крепежные детали резьбовых соединений и их условные обозначения	20
6.1. Болты	20
6.2. Винты	22
6.3. Шпильки	24
6.4. Гайки	26
6.5. Шайбы	29
6.6. Шплинты	30
7. Соединение стандартными резьбовыми изделиями	32
7.1. Соединение болтом	32
7.2. Соединение шпилькой	34
7.3. Соединение винтом	37
7.4. Условные изображения резьбовых соединений	39
8. Чертежи сборочные. Общие сведения	40
9. Спецификация	41
10. Индивидуальные задания и примеры выполнения	44
Литература	61

ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие

Составители: **Гиль** Виталий Иванович
Касперов Георгий Иванович
Капыш Юрий Францевич и др.

Редактор *А. С. Аристова*
Компьютерная верстка *А. С. Аристова*
Корректор *А. С. Аристова*

Издатель:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.